ИЗДАНІЕ О. Н. ПОПОВОЙ.

№ 2 ОБЩЕДОСТУПНАЯ НАУЧНАЯ БИБЛІОТЕКА. № 2

РЕДАКЦІЯ К. П. ПЯТНИЦКАГО.

Клейнъ.

Прошлое, Настоящее и Будущее Вселенной.

Общедоступное изложеніе основныхъ космологическихъ вопросовъ.

Содержаніе. Исторія развитія туманностей. Исторія развитія звѣздныхъ міровъ. Происхожденіе солнечной системы. Жизнь и судьбы солнца. Исторія развитія и міровая роль кометъ. Роль метеорныхъ потоковъ. Древность солнечной системы и земли. Обитаемость луны. Обитаемость планетныхъ міровъ.

Шесть цвѣтныхъ таблицъ. **Сто шестьдесятъ шесть** портретовъ и рисунковъ въ текстѣ.

Съ послѣдняго нѣмецкаго изданія.

Переводъ **К. П. Пятницкаго.**

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Типографія Евдокимова. Троицкая, 18.
1898.

ИЗДАНІЕ О. Н. ПОПОВОЙ.

№ 2 ОБЩЕДОСТУПНАЯ НАУЧНАЯ БИБЛІОТЕКА. № 2

РЕДАКЦІЯ К. П. ПЯТНИЦКАГО.

Клейнъ.

Прошлое, Настоящее и Будущее Вселенной.

Общедоступное изложеніе основныхъ космологическихъ вопросовъ.

Содержаніе. Исторія развитія туманностей. Исторія развитія звѣздныхъ міровъ. Происхожденіе солнечной системы. Жизнь и судьбы солнца. Исторія развитія и міровая роль кометъ. Роль метеорныхъ нотоковъ. Древность солнечной системы и земли. Обитаемость луны. Обитаемость планетныхъ міровъ.

Шесть цвѣтныхъ таблицъ. **Сто шестьдесятъ шесть** портретовъ и рисунковъ въ текстѣ.

Съ послѣдняго нѣмецкаго изданія.

Переводъ **К. П. Пятницкаго**.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Типографія Евдокимова. Троицкая, 18.
1898.

Дозволено цензурою. С.-Петербургъ, 4 мая 1898 г.

П р е д и с л о в і е

к ъ   р у с с к о м у   и з д а н і ю.

Какъ образовались миріады свѣтилъ, разсѣянныхъ въ безконечномъ пространствѣ? Какую и с т о р і ю р а з в и т і я переживаютъ они? Какая судьба ждетъ ихъ въ грядущемъ? Существуетъ ли жизнь на другихъ небесныхъ тѣлахъ?—Вотъ вопросы, интересующіе каждаго мыслящаго человѣка.

Недавно еще полагали, что такіе вопросы лежатъ за предѣлами точнаго знанія. По мнѣнію автора, это время прошло. За послѣднія десятилѣтія наука сдѣлала громадныя завоеванія. „Космогонія перестала быть ареною произвольныхъ предположеній. Теперь у ней прочный фундаментъ. На немъ можно вывести величественное зданіе, которому не страшны вѣка. Отдернута завѣса, скрывавшая отъ взоровъ изслѣдователя главные моменты прошлаго и будущаго вселенной“... Нѣтъ нужды ограничиваться о п и с а н і е м ъ вселенной; можно перейти къ ея и с т о р і и.

Изложить главныя пріобрѣтенія науки въ вопросѣ о с у д ь б а х ъ в с е л е н н о й—такова цѣль настоящаго сочиненія.

Написано оно общедоступно.

Въ русскомъ изданіи введено въ текстъ большое число пояснительныхъ р и с у н к о в ъ.

К. Пятницкій.

Оглавленіе.

I. Міръ, какъ цѣлое.

II. Прошлое и будущее вселенной.

III. Царство туманныхъ пятенъ и роль ихъ въ развитіи звѣздныхъ системъ.

IV. Солнце.

V. Природа кометъ и положеніе ихъ во вселенной.

VI. Роль падающихъ звѣздъ въ солнечной системѣ.

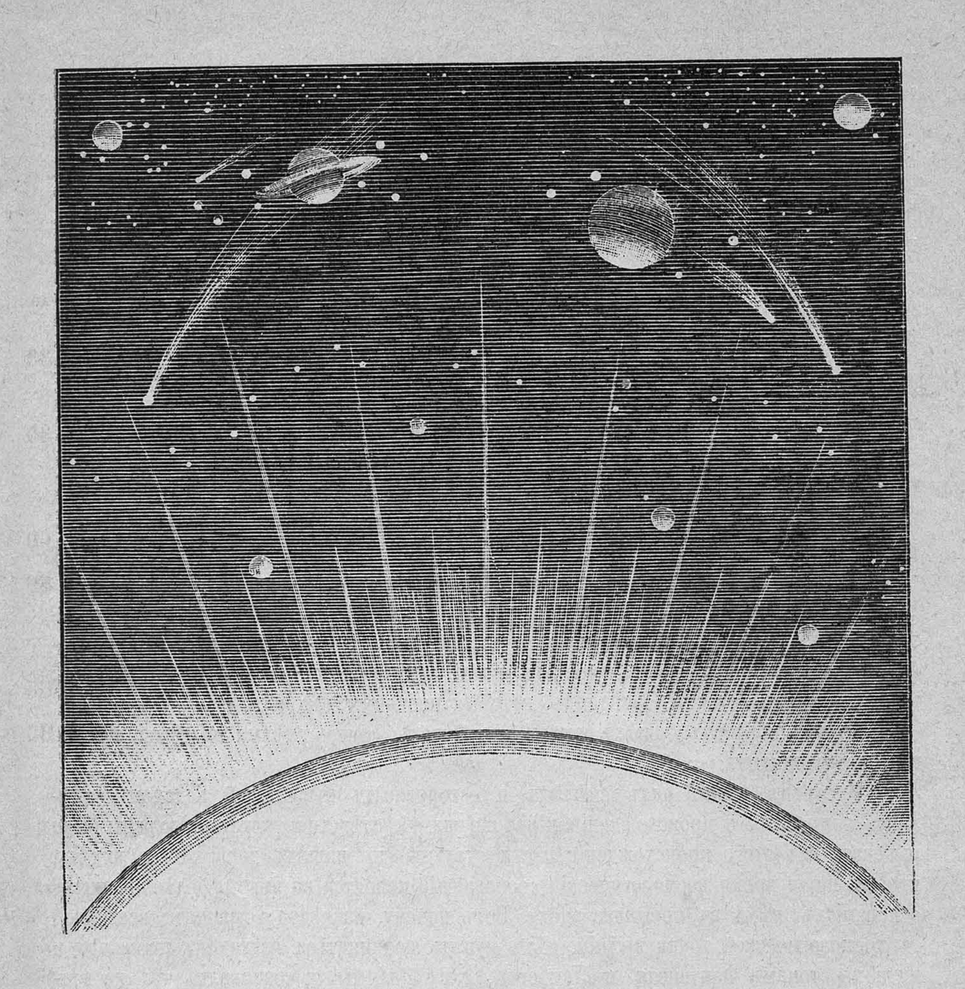
VII. Древность солнечной системы и земли.

VIII. Обитаема ли луна?

IX. Обитаемы ли планетные міры?

Цвѣтныя таблицы.

Портреты.



I.

Міръ, какъ цѣлое.

Введеніе.—Разнообразіе и совершенство современныхъ астрономическихъ инструментовъ.—Значеніе астрономіи для духовнаго развитія человѣчества.—Воззрѣнія древнихъ и ошибки астрологовъ.—Разцвѣтъ точныхъ наукъ и первые взгляды на устройство вселенной.—Работы Фридриха Вильяма Гершеля.—Расположеніе звѣздныхъ системъ въ пространствѣ.—Развитіе и относительный возрастъ неподвижныхъ звѣздъ.—Поглощеніе свѣта звѣздъ въ міровомъ пространствѣ. — „Обновленіе“ міровъ. — Появленіе „новыхъ“ звѣздъ и его объясненіе.

Планетная система, небесное пространство, переполненное звѣздными мірами, ихъ устройство, ихъ исторія—все это въ высшей степени привлекательно для человѣческой мысли. Много мнѣній было высказано въ прежніе вѣка относительно оби-

таемости планетъ и кометъ, относительно связи между землею и звѣздами, наконецъ, относительно исторіи вселенной. Часто эти мнѣнія противорѣчили одно другому. Вотъ почему можетъ показаться безнадежною наша попытка снова освѣтить данный вопросъ съ научной и философской точки зрѣнія, на основаніи аналогіи и правилъ теоріи вѣроятностей. Но—наше положеніе иное, мы счастливѣе своихъ предшественниковъ: обратимъ ли мы вниманіе на общіе законы природы, или на устройство небесныхъ системъ, или на физическое состояніе отдѣльныхъ міровыхъ тѣлъ,—обо всемъ этомъ мы знаемъ нынѣ несравненно больше, чѣмъ знали даже 30 лѣтъ назадъ.

Телескопъ достигъ теперь такой степени совершенства, какая раньше считалась невозможною.

Фотографическая пластинка показываетъ намъ милліоны небесныхъ тѣлъ, недоступныхъ человѣческому глазу даже съ помощью сильнѣйшихъ телескоповъ. Чтобы изслѣдовать звѣзды, которыя съ начала вѣковъ оставались скрытыми, нѣтъ нужды непремѣнно оставаться при телескопѣ: эту работу можно производить во всякое время въ своемъ кабинетѣ.

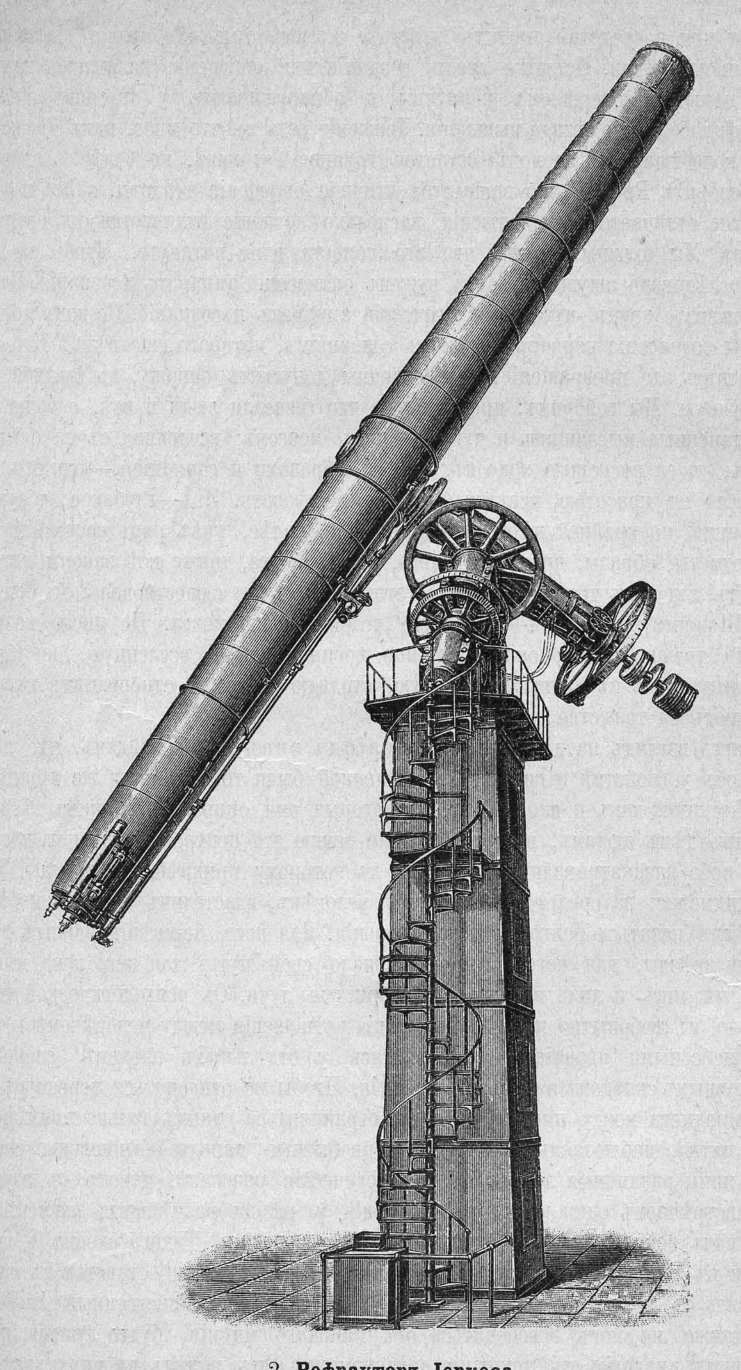
Спектроскопъ, укрѣпленный при окулярѣ телескопа, позволяетъ намъ съ одного взгляда опредѣлять состояніе матеріи и химическій составъ ея даже въ отдаленнѣйшихъ глубинахъ мірового пространства; если же соединить его съ фотографическою пластинкою, онъ покажетъ намъ, что нѣкоторыя неподвижныя звѣзды движутся около другихъ, сосѣднихъ, которыя невидимы для насъ.

Такимъ образомъ, успѣхъ науки превзошелъ самыя смѣлыя надежды нашихъ предшественниковъ.

Наконецъ, цѣлый рядъ смѣлыхъ и осторожныхъ мыслителей недаромъ занимался вопросомъ о происхожденіи міра, изучая тѣ слѣдствія, которыя должны были вытекать изъ этого происхожденія и существуютъ до нашихъ дней. Легко видѣть, что въ наше время космологическія соображенія покоятся на иныхъ, болѣе прочныхъ основаніяхъ, чѣмъ въ прежнюю эпоху. Вотъ почему, изслѣдуя устройство вселенной съ космологической точки зрѣнія, нѣтъ нужды подчиняться взглядамъ прошлаго и идти по стопамъ Фонтенеля и Ламберта, хотя бы мы и сознавали, что не всякому дается живое воображеніе перваго и проницательность втораго.

Мыслящіе люди всѣхъ странъ съ особеннымъ вниманіемъ слѣдятъ за астрономическими наблюденіями и ихъ результатами. Причина понятна: эти результаты разгоняютъ тотъ мракъ, которымъ покрыто происхожденіе міра и тайна нашего собственнаго существованія. Въ самомъ дѣлѣ, всѣ изслѣдованія, всѣ порывы человѣческаго духа вращаются около вопроса, откуда произошелъ міръ, откуда взялись существа, которыя сознаютъ этотъ фактъ, которыхъ волнуетъ мысль: „почему существуетъ нѣчто, почему источникъ бытія течетъ непрерывно?“ Въ самомъ дѣлѣ: почему? Въ этомъ весь вопросъ. Представимъ, что онъ рѣшенъ окончательно; тогда великая тайна міра лежала бы предъ изслѣдователемъ совсѣмъ разоблаченная, тогда мы поняли бы собственную роль въ этой смѣнѣ вещей, мы поняли бы все видимое.

Суждено ли намъ достигнуть такой высшей точки зрѣнія? Мы должны теперь-же отвѣтить: нѣтъ! Намъ недоступны „вещи въ себѣ“; мы познаемъ только образы, которые, отлившись въ формы пространства, времени и причинности, доходятъ

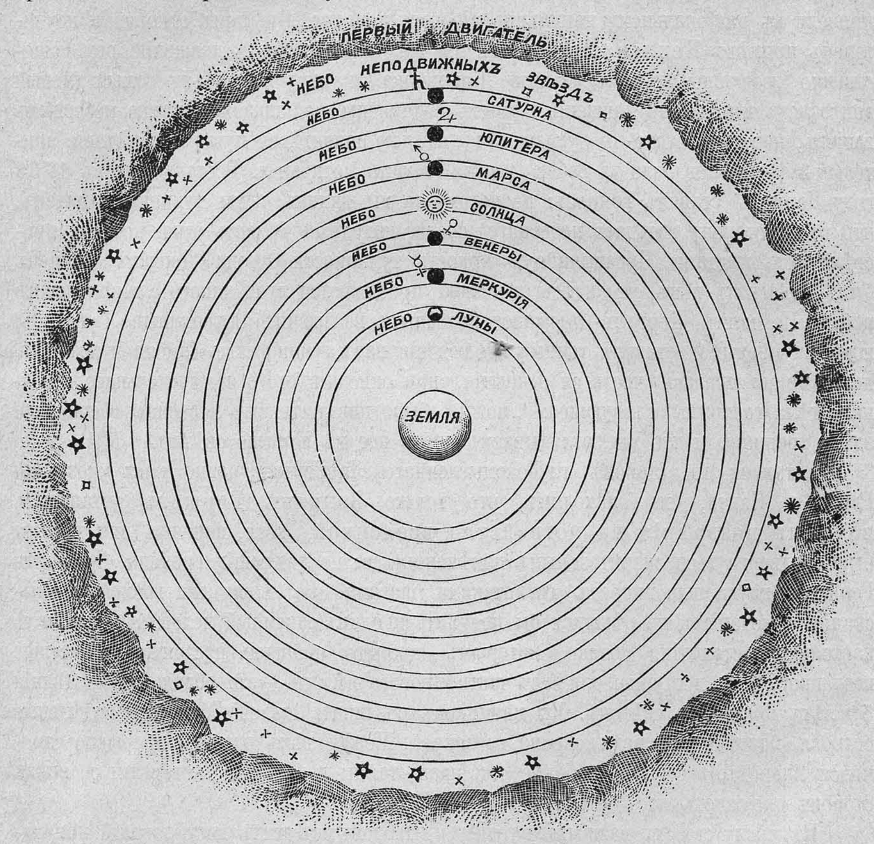


2. **Рефракторъ Іеркеса.**
Считается величайшимъ въ мірѣ: поперечникъ объектива—40 дюймовъ.

до сознанія при посредствѣ нашихъ чувствъ. Самое сознаніе является для насъ непроницаемою тайной. Попытки свести сознаніе или ощущеніе на явленія движенія,—эти попытки совершенно ненаучны и обнаруживаютъ у авторовъ полное отсутствіе философскаго склада мышленія. Движеніе есть не что иное, какъ движеніе, и группа колеблющихся атомовъ остается группою атомовъ, не болѣе. „Утверждаютъ“, говоритъ Рибо, „что наше субъективное ощущеніе теплоты, свѣта и т. д. настолько же отличается отъ движенія, насколько сознаніе отличается отъ сотрясенія нервовъ. Мы должны указать, что это сопоставленіе натянуто. Чтобы за движеніемъ послѣдовало ощущеніе свѣта, нуженъ оптическій аппаратъ и сознаніе. Чтобы движеніе вызвало звукъ, нуженъ акустическій аппаратъ и сознаніе. Но какъ достигнуть, чтобы сотрясеніе нервовъ сдѣлалось сознаніемъ, котораго еще нѣтъ? Кто сможетъ объяснить это превращеніе? Мы склонны допускать ошибку, въ высшей степени ненаучную. Мы говоримъ: представимъ, что исчезли люди и всѣ, вообще, существа, одаренныя мыслящимъ и чувствующимъ мозгомъ; вселенная съ ея свѣтомъ и блескомъ, съ ея роскошью красокъ, съ ея образами и гармоніей,—однимъ словомъ, со всей ея красотою, всетаки будетъ существовать. Это—глубокое заблужденіе. Вселенная, по крайней мѣрѣ, для насъ,—не болѣе, какъ рядъ состояній сознанія. Предметы, образы, краски, словомъ, всѣ свойства, также всѣ законы матеріи существуютъ для насъ только вслѣдствіе этого. „Міръ не существовалъ бы болѣе“, говоритъ Шопенгауеръ, „если-бы не было человѣческаго мозга. Но число мозговъ непрерывно увеличивается; они постоянно воспринимаютъ вселенную, постоянно отбрасываютъ другъ къ другу эту великую, сходную во всѣхъ отношеніяхъ картину и обозначаютъ ея тожество словомъ „объектъ“.

Бросимъ взглядъ на древнѣйшій періодъ знанія; мы найдемъ, что представленія объ устройствѣ и свойствахъ вселенной были тогда такими же примитивными и дѣтскими, какъ и наблюденія, на которыя они опирались. Какимъ тѣснымъ казался міръ тѣмъ людямъ, которые считали землю его центромъ и главною частью, а голубое небо разсматривали, какъ сводъ, къ которому прикрѣплены звѣзды! Разъ земля принималась за средоточіе вселенной, человѣкъ, властелинъ земли, неизбѣжно долженъ былъ казаться центромъ всего творенія. Для него, по мнѣнію нашихъ предковъ, сіяли звѣзды, для него солнце свершало свой путь, для него луна мѣняла свой свѣтлый ликъ и лила на землю серебристые лучи. Съ психологической точки зрѣнія было бы любопытно прослѣдить, какія отношенія между человѣкомъ и различными небесными явленіями признавались у отдѣльныхъ племенъ, сообразно съ ихъ духовнымъ складомъ и степенью развитія. Чтобы не отклоняться черезчуръ далеко отъ предмета моихъ писемъ, я хочу ограничиться однимъ только примѣромъ. Возьмемъ пятна, наблюдаемыя на лунѣ; первобытные народы обыкновенно связываютъ съ ними различныя легенды и миѳологическіе разсказы, и вотъ, съ изумленіемъ мы встрѣчаемъ одни и тѣ же воззрѣнія у разнообразнѣйшихъ племенъ, на всѣхъ концахъ земного шара. У монголовъ и островитянъ Тихаго океана, у перувіанцевъ и въ древнихъ англійскихъ преданіяхъ лунныя пятна ставятся въ самую тѣсную связь съ людскою судьбой и людскими несчастіями. Таинственный Альбертъ Великій также не могъ освободиться отъ наивнаго мнѣнія, будто лунныя пятна представляютъ аналогію съ земными организмами. Онъ видѣлъ въ нихъ дракона: на спинѣ дракона возвышается стволъ дерева, а къ дереву прислонился человѣкъ.

Въ средніе вѣка Некамъ и потомъ Данте смѣялись надъ народнымъ воззрѣніемъ, которое видитъ въ пятнахъ луны образы людей и животныхъ; но даже въ наши дни въ низшихъ слояхъ народа широко распространено мнѣніе, будто на лунѣ находится человѣческое лицо или вѣсы и будто все это можно ясно различить, разсматривая пятна во время полнолунія.



3. **Птоломеева система міра,**
въ которой земля принималась за центръ вселенной.

Разъ принимали, что человѣкъ—средоточіе и цѣль всего творенія, что небесныя тѣла существуютъ только ради него, легко было перейти къ вѣрѣ, что звѣзды оказываютъ вліяніе на весь человѣческій родъ, вообще, и на отдѣльныхъ лицъ, въ частности. Такъ произошла астрологія, искусство предсказывать участь людей по расположенію звѣздъ. Цѣлыя столѣтія тѣснила она всѣ истинно научные порывы человѣческаго ума.

Затѣмъ явился Коперникъ. По вдохновенному выраженію Тихо-Браге, ему „удалось сорвать солнце съ неба и утвердить его въ пространствѣ". Въ то-же время онъ вывелъ землю изъ ея незыблемаго покоя и заставилъ ее нестись по круговой

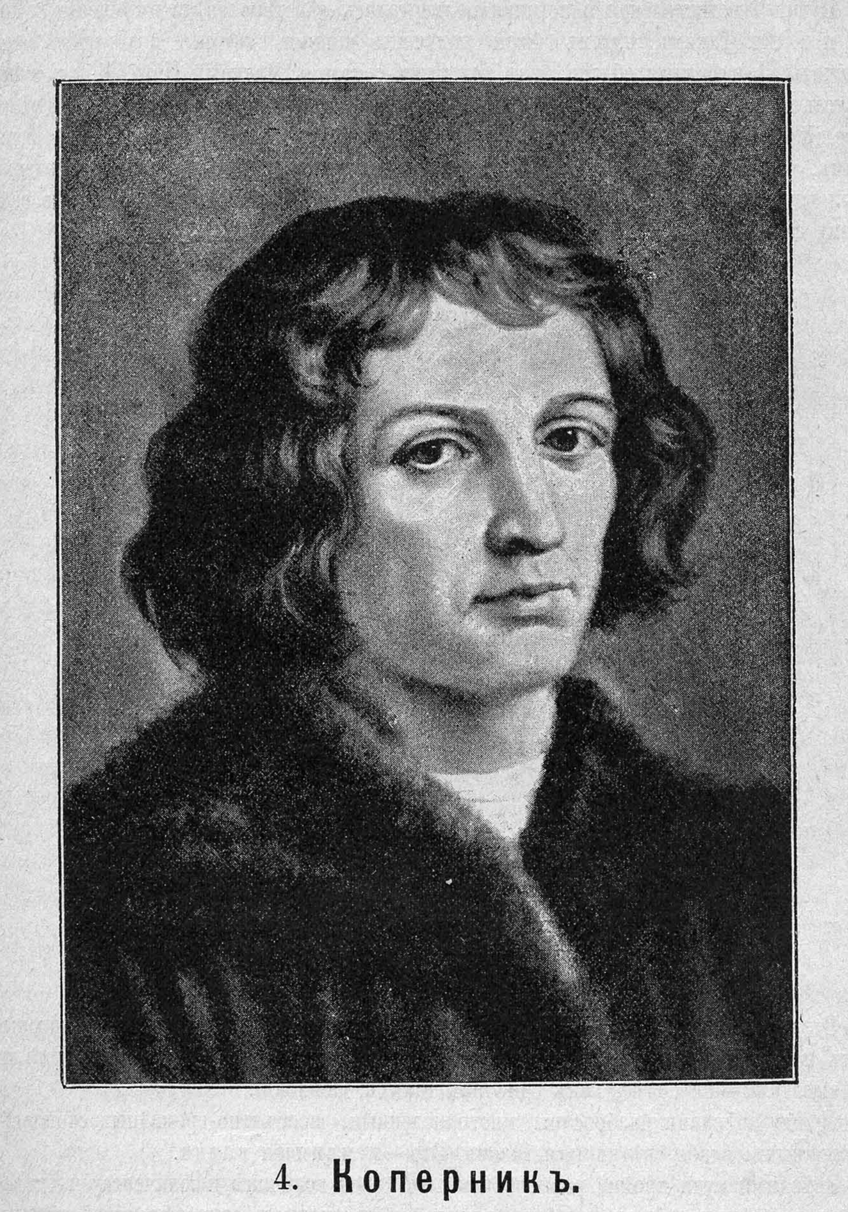
орбитѣ около міроваго свѣточа, солнца. Этотъ смѣлый подвигъ постепенно отнялъ почву у астрологическихъ мечтаній. Земля должна была потерять высокое мѣсто мірового центра, которое несправедливо присвоивалось ей въ теченіе многихъ вѣковъ. Ея удѣлъ отнынѣ—каждый годъ описывать кругъ около солнца.

Но правильныя представленія объ устройствѣ планетной системы не скоро еще привели къ раціональному пониманію мірового порядка. Въ этомъ отношеніи поучителенъ примѣръ Кеплера: открывши три закона планетныхъ движеній, онъ существенно усовершенствовалъ систему Коперника, и вдругъ этотъ-же самый ученый допускаетъ мысль, что движенія планетъ подчинены спеціальному вліянію небесныхъ геніевъ, которые будто-бы указываютъ каждой планетѣ ея путь. Изобрѣтеніе зрительной трубы повлекло за собою весьма важныя открытія. Всетаки еще въ 1733 году Дергамъ ставилъ вопросъ: не потому-ли мы видимъ свѣтъ туманныхъ пятенъ, что по ту сторону твердаго небеснаго свода находится область огня, которая просвѣчиваетъ мѣстами. Чрезвычайную яркость туманности Оріона Дергамъ склоненъ былъ объяснять тѣмъ, что здѣсь съ силою пробиваются лучи такого „эмпирейскаго неба". Не одинъ Дергамъ держался подобныхъ воззрѣній. Остроумный Гюйгенсъ, который первый поставилъ точныя наблюденія надъ туманностью Оріона и которому долго приписывалась честь ея открытія, при описаніи этого замѣчательнаго небеснаго тѣла говоритъ слѣдующее: „можно было повѣрить, что небесная сфера дала здѣсь трещину, и что мы заглядываемъ чрезъ нее въ царство свѣта".

Оставляя въ сторонѣ глубокомысленнаго Ламберта, равно какъ умозрѣнія Райта и Канта, мы находимъ, что только Вильямъ Гершель установилъ научныя воззрѣнія на устройство вселенной, хотя, конечно, они должны были подвергнуться значительнымъ измѣненіямъ въ послѣдующія времена. Со смерти Гершеля наука шла впередъ гигантскими шагами. Въ наши дни возможны изысканія, о которыхъ не рѣшился бы подумать ни одинъ разумный человѣкъ въ началѣ настоящаго столѣтія. Облако, которымъ покрыто прошлое, настоящее и будущее вселенной, т.-е. доступной для насъ части мірового цѣлаго,—это облако за послѣднія 50 лѣтъ пронизано свѣтомъ. Мы начинаемъ различать далекіе берега и отдѣльные острова, разсѣянные среди океана вселенной. Между тѣмъ наука непрерывно стремится впередъ, все болѣе и болѣе освѣщая тайны и загадки, которыми со всѣхъ сторонъ окружаетъ насъ природа.

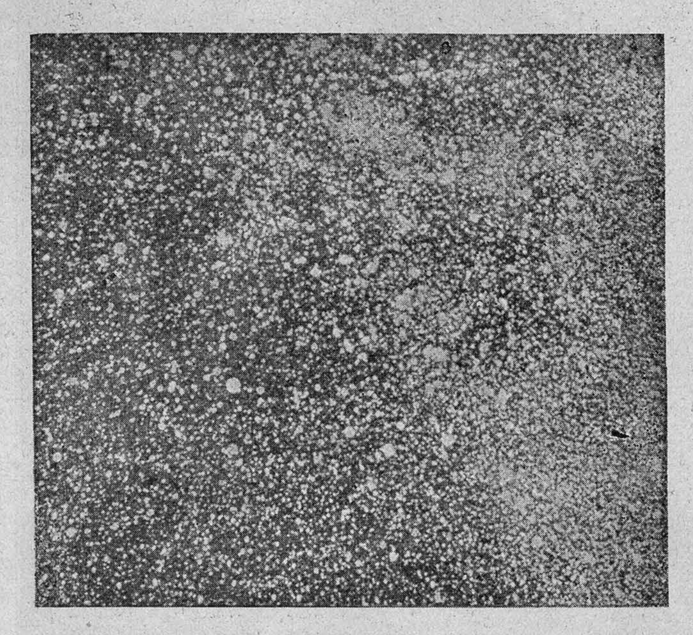
Къ числу самыхъ важныхъ и точныхъ выводовъ изъ этихъ изслѣдованій принадлежитъ фактъ, что міръ, насколько онъ открывается намъ въ видѣ неподвижныхъ звѣздъ, туманностей и звѣздныхъ скопленій, неизмѣримъ и безпредѣленъ. Въ міровомъ пространствѣ, наполненномъ звѣздами, нигдѣ не можемъ мы отмѣтить послѣдней звѣзды, послѣдняго предѣла, даже намека на такой предѣлъ. Стоитъ увеличить силу инструментовъ, и нашъ взглядъ становится шире и глубже, и въ пространствѣ выступаютъ все новыя и новыя звѣзды.

Особенно справедливо это для той части небеснаго свода, по которой проходитъ Млечный Путь, эта свѣтлая полоса, въ которой даже простымъ глазомъ легко усмотрѣть различныя степени яркости. Еще Фр. В. Гершель, изслѣдуя Млечный Путь при помощи большого зеркальнаго телескопа, нашелъ, что его образуютъ милліоны звѣздъ. Онѣ склубились массами, похожими на облака. Вслѣдствіе громаднаго разстоянія и большаго числа этихъ звѣздъ, до сихъ поръ не удалось



4. Коперникъ.

различить ихъ даже въ самые сильные телескопы. Въ послѣднее время на обсерваторіи Лика въ Калифорніи были сняты при помощи фотографіи многія части Млечнаго Пути. Чувствительная пластинка подвергалась дѣйствію свѣта въ теченіе 3 часовъ и болѣе. Такимъ путемъ были получены снимки, которые позволяютъ ясно различить тѣ звѣздныя облака, изъ которыхъ состоитъ Млечный Путь. Между ними замѣтны темные каналы, похожіе на широкія щели, которыя пересѣкаютъ и дѣлятъ цѣлое. Если разсматривать такую фотографію въ увеличительное стекло, становится яснымъ, что большинство свѣтлыхъ точекъ—не звѣзды, не отдѣльныя звѣзды, а цѣлыя группы звѣздъ. Такимъ образомъ, Млечный Путь представляетъ изъ себя систему системъ.



5. **Часть Млечнаго Пути въ созвѣздіи Лебедя.**
Фотографическій снимокъ.

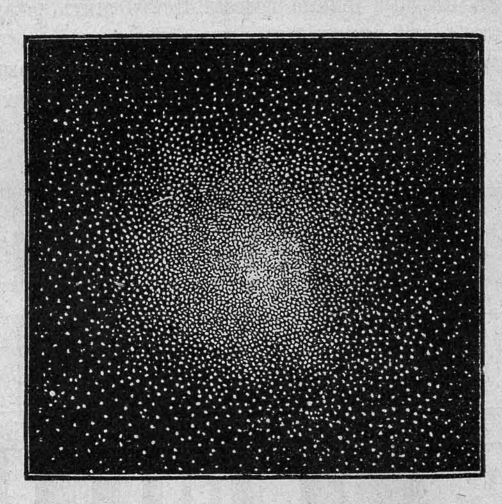
Въ его составъ входятъ многочисленные сонмы неподвижныхъ звѣздъ, которые носятъ названіе звѣздныхъ скопленій; наше ночное небо съ разсѣянными по нему звѣздами—не болѣе, какъ одно изъ такихъ скопленій.

Между звѣздами разбросаны многочисленныя, необъятно-громадныя скопленія раскаленныхъ, слабо свѣтящихся газовъ. Это—туманныя пятна.

Звѣздныя кучи крайне разнообразны по своей величинѣ и количеству членовъ, но всегда отдѣльными членами ихъ являются неподвижныя, самосвѣтящіяся звѣзды, такія же солнца, какъ наше. Иногда мы видимъ, что нѣсколько звѣздъ тѣснѣе связаны между собою и образуютъ двойную или тройную звѣзду; въ такомъ случаѣ онѣ движутся вокругъ общаго центра тяготѣнія. Встрѣчаются темныя массы, которыя связаны въ одну систему съ яркою неподвижною звѣздою. Не мало также отдѣль-

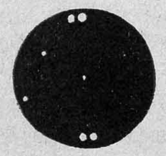
ныхъ звѣздъ, которыя пересѣкаютъ міровое пространство по всевозможнымъ направленіямъ; но въ настоящее время мы еще не въ состояніи изслѣдовать пути этихъ звѣздъ съ желательною точностью. Къ такимъ странствующимъ звѣздамъ принадлежитъ и наше солнце, которое является центромъ движеній для цѣлой системы планетъ и кометъ: земля—одинъ изъ членовъ этой системы.

Такова въ общихъ чертахъ картина мірового пространства, таково распредѣленіе звѣздъ, его наполняющихъ. Объ устройствѣ цѣлаго мы не имѣемъ никакого понятія, потому что не можемъ обнять міръ до послѣднихъ его предѣловъ. Но если разсматривать расположеніе отдѣльныхъ образованій: звѣздныхъ кучъ, туманностей и звѣздъ, невольно бросается въ глаза совершенно опредѣленный планъ развитія, о которомъ я буду подробно говорить впослѣдствіи. Примѣняя къ царству звѣздъ представленіе объ исторіи развитія, мы открываемъ новыя и поразительныя точки зрѣнія, о которыхъ не могли-бы и мечтать безъ этого.

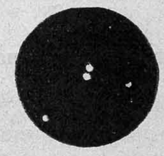


6. **Звѣздное скопленіе въ Центаврѣ.**
По Дж. Гершелю.

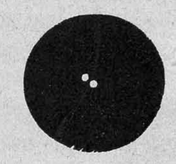
Для примѣра, обратимъ вниманіе на различную яркость звѣздъ. Оказывается, ее нельзя объяснять исключительно первоначальною разницею между звѣздами и удаленіемъ ихъ отъ насъ: она зависитъ также отъ того, сколько времени свѣтила данная звѣзда,—значитъ, отъ ея возраста. Въ подтвержденіе мы можемъ въ настоящее время съ полной увѣренностью сослаться на спектроскопическія изслѣдо-



7. **Четверная звѣзда** ε **въ Лирѣ.**



8. **Тройная Звѣзда** ζ **въ Ракѣ.**



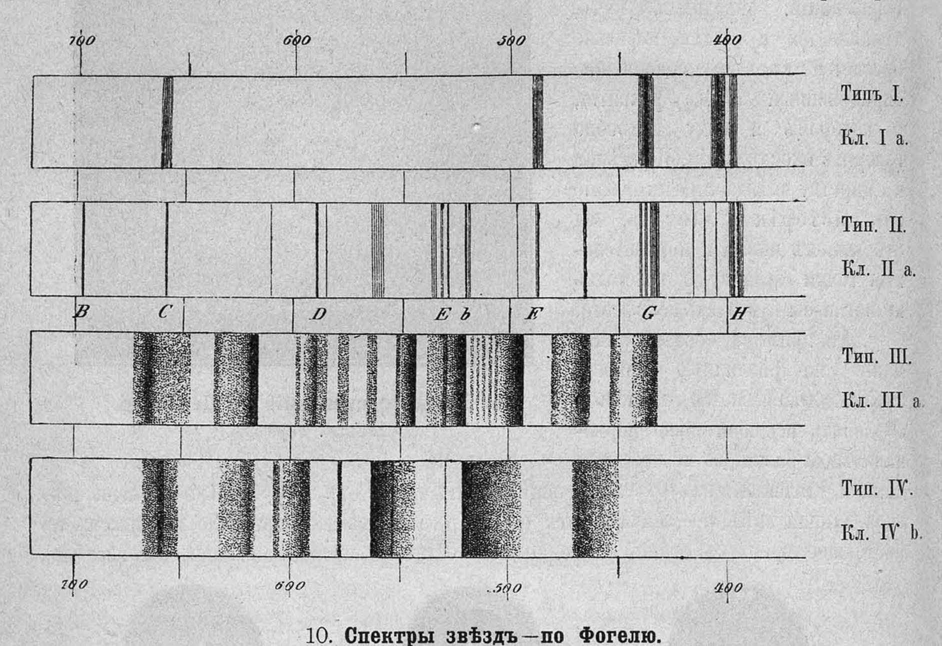
9. **Двойная звѣзда** η **въ Кассіопеѣ.**

ванія. Уже въ 1874 году Фогель могъ классифицировать спектры неподвижныхъ звѣздъ, исходя изъ мысли, что на этихъ спектрахъ отражаются фазы развитія соотвѣтствующихъ міровыхъ тѣлъ.

Самыя юныя звѣзды обладаютъ самою высокою температурою. Раскаленная атмосфера ихъ съ ея металлическими парами производитъ поглощеніе лишь въ очень слабой степени. Вотъ почему въ спектрѣ ихъ темныя линіи отсутствуютъ или представляются очень тонкими. Голубая и фіолетовая часть спектра у этихъ звѣздъ

бываетъ очень яркою; цвѣтъ ихъ вполнѣ бѣлый. Сюда относятся: блестящій Регулъ, Вега, затѣмъ Сиріусъ; въ спектрѣ послѣдняго линіи металловъ выступаютъ нѣсколько сильнѣе, особенно выдѣляются линіи желѣза и магнія.

Переходъ ко второму классу мы находимъ въ Альтаирѣ: его спектръ приближается къ солнечному. Главнымъ представителемъ звѣздъ второго класса является наше солнце. Въ его спектрѣ линіи металловъ выступаютъ ясно, даже рѣзко; у нѣкоторыхъ звѣздъ этого типа въ менѣе преломляемой части спектра можно замѣтить блѣдныя темныя полосы. Цвѣтъ этихъ звѣздъ—нѣсколько желтоватый; температура ихъ значительно ниже, чѣмъ у звѣздъ перваго типа. Какъ показываютъ изысканія Шейнера на астрофизической обсерваторіи въ Потсдамѣ, многія звѣзды этого класса обнаруживаютъ въ своихъ спектрахъ полное совпаденіе, которое про-

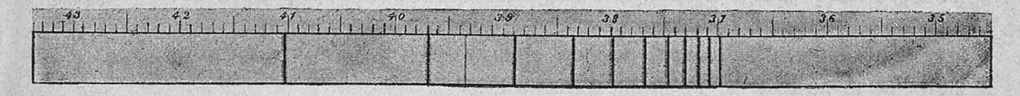


10. **Спектры звѣздъ—по Фогелю.**

стирается даже на мельчайшія подробности; таковы: солнце, Капелла, Арктуръ, Альдебаранъ и Поллуксъ. „Отсюда ясно", говоритъ названный наблюдатель, „что въ составѣ и въ исторіи развитія звѣздъ проявляется необыкновенное однообразіе; что у звѣздъ, которыя находятся на одной и той-же стадіи развитія, это однообразіе простирается на плотность, температуру и даже на процентное соотношеніе различныхъ элементовъ".

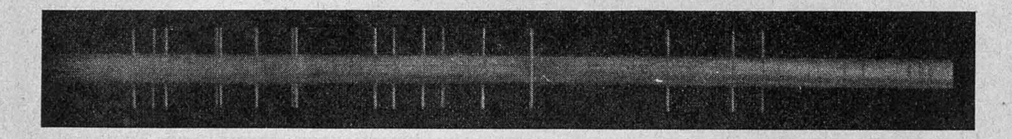
Звѣзды третьяго спектральнаго типа болѣе или менѣе красноваты. Вслѣдствіе продолжительности лучеиспусканія, значитъ, вслѣдствіе ихъ возраста, температура ихъ понижена настолько, что сдѣлались возможны соединенія элементовъ, изъ которыхъ состоитъ ихъ раскаленная атмосфера; эти соединенія всегда характеризуются болѣе или менѣе широкими полосами поглощенія.

Въ спектрахъ этихъ звѣздъ рядомъ съ темными линіями замѣтны также многочисленныя темныя полосы. Болѣе преломляемыя части спектра, граничащія съ полосою голубого цвѣта, являются поразительно слабыми. Между 2 и 3 классомъ неподвижныхъ звѣздъ можно прослѣдить постепенный переходъ, который характери-



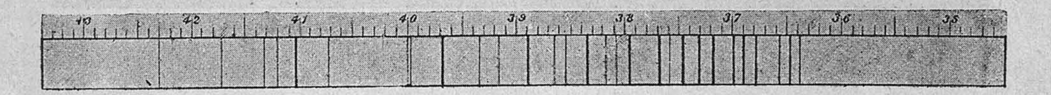
11. **Спектръ Веги** (типъ I).

зуется усиленіемъ красноватаго оттѣнка: отъ желтой Капеллы можно перейти ко красноватому Арктуру, потомъ къ еще болѣе красному Альдебарану и, наконецъ,



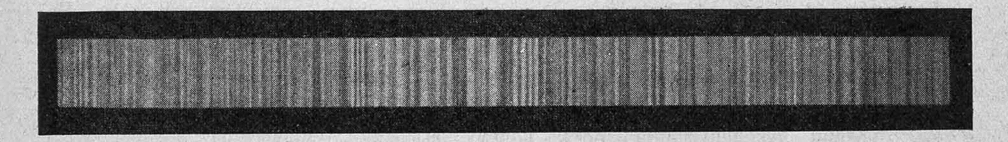
12. **Спектръ Сиріуса** (типъ I),
сфотографированный въ Потсдамѣ 22 марта 1891 года.
Свѣтлыя полосы, помѣщенныя выше и ниже спектра, указываютъ мѣста линій желѣза.

къ Бетельгейзе, которая является самою яркою изъ звѣздъ третьяго типа. Точными снимками при помощи спектрографа Шейнеръ доказалъ, что спектръ Бетельгейзе



13. **Спектръ Альтаира**.

по главнымъ линіямъ представляетъ полное сходство съ солнечнымъ спектромъ. Но у Бетельгейзе линіи поглощенія сильнѣе и болѣе расплывчаты: тамъ часто сливаются



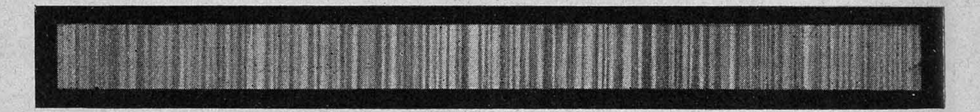
14. **Спектръ Капеллы** (типъ II),
сфотографированный въ Потсдамѣ 24 октября 1888 года.

между собою такія линіи, которыя у солнца ясно отдѣляются одна отъ другой; поэтому спектръ данной звѣзды обнаруживаетъ полосы тамъ, гдѣ въ солнечномъ спектрѣ мы находимъ группы отдѣльныхъ линій. Почти половина всѣхъ линій въ спектрѣ Бетельгейзе, по Шейнеру, принадлежитъ желѣзу, такъ-же, какъ и

у звѣздъ II типа. Нѣкоторыя линіи на одной сторонѣ расплываются; Фогель замѣчалъ подобную расплывчатость также въ спектрѣ солнечныхъ пятенъ. Такія одностороннія расширенія образуются, какъ извѣстно, при химическихъ соединеніяхъ металловъ. Вотъ новое доказательство, что у звѣздъ третьяго типа температура значительно ниже, чѣмъ у звѣздъ предыдущихъ порядковъ. Если держаться аналогіи съ нашимъ солнцемъ, можно представить себѣ, что у звѣздъ третьяго типа на поверхности находятся многочисленныя, громадныя, темныя массы, подобныя солнечнымъ пятнамъ, которыя то исчезаютъ, то снова возникаютъ.

Дѣйствительно, многія звѣзды этого класса представляютъ неправильныя колебанія въ своей яркости, почему ихъ относятъ къ перемѣннымъ звѣздамъ съ неправильнымъ періодомъ. Эти звѣзды послѣ своего появленія успѣли потерять большую часть тепла чрезъ лучеиспусканіе; онѣ значительно подвинулись по дорогѣ къ полному охлажденію и въ будущемъ чрезъ миріады лѣтъ перейдутъ, наконецъ, въ послѣднюю стадію развитія, именно въ классъ темныхъ звѣздъ, которыя обнаруживаютъ существованіе только притяженіемъ.

Распредѣленіе звѣздъ между отдѣльными спектральными классами еще не установлено съ полною точностью, потому что далеко не всѣ звѣзды спектроскопически изслѣдованы. Но уже теперь можно опредѣленно утверждать, что первый классъ заключаетъ большую часть неподвижныхъ звѣздъ, второй—около половины, третій—не болѣе $^1/_8$.



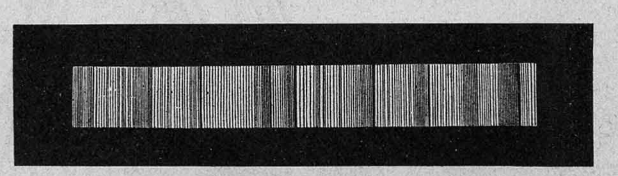
15. **Спектръ Арктура** (типъ II).

Такая неравномѣрность въ распредѣленіи звѣздъ ни въ какомъ случаѣ не можетъ быть случайною: она указываетъ на существованіе общей причины. Въ чемъ заключается эта причина? Почему это: чѣмъ больше въ данномъ классѣ охлажденіе, тѣмъ меньше звѣздъ заключаетъ онъ? Шейнеръ даетъ такое объясненіе. Каждая звѣзда проходитъ длинную исторію развитія: въ первомъ періодѣ она блистаетъ бѣлымъ свѣтомъ; потомъ становится желтою, наконецъ, красною. Но дольше всего она остается бѣлою. Причина понятна. Въ этомъ періодѣ вещество звѣзды бываетъ очень рѣдкимъ; способность къ уплотненію—наибольшая. Но при этомъ уплотненіи вырабатываются громадные запасы теплоты, которыми и возмѣщаются потери лучеиспусканія. Вотъ почему высокая температура можетъ долго оставаться неизмѣнною и первый періодъ развитія оказывается самымъ продолжительнымъ. При дальнѣйшемъ развитіи обстоятельства мѣняются: насколько возрастаетъ плотность звѣзды, настолько понижается способность къ уплотненію; теплоты вырабатывается все меньше и меньше, охлажденіе идетъ все быстрѣе; каждый послѣдующій періодъ оказывается короче предыдущаго. Желтая окраска менѣе долговѣчна, чѣмъ бѣлая; красная исчезаетъ еще быстрѣе. Поэтому во всякій данный моментъ бѣлыя звѣзды составляютъ на небѣ громадное большинство, а

красныя—меньшинство. Число звѣздъ разныхъ классовъ соотвѣтствуетъ длинѣ періодовъ развитія.

„Изъ этихъ разсужденій", говоритъ Шейнеръ, „естественно слѣдуетъ заключеніе, что на просторѣ вселенной должны встрѣчаться и темныя звѣзды; число ихъ зависитъ отъ того, какъ давно началось образованіе звѣздъ въ нашемъ участкѣ вселенной".

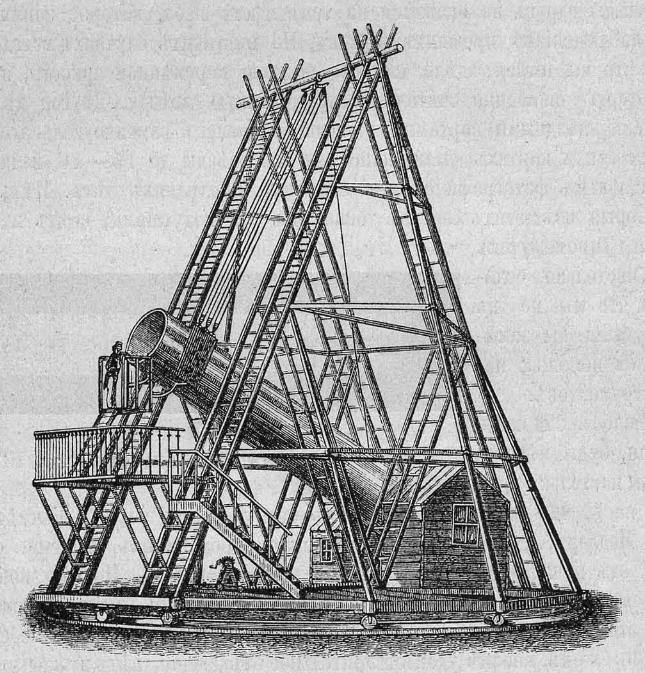
Звѣзды гаснутъ крайне медленно и постепенно. Чтобы убыль свѣта сдѣлалась замѣтною, долженъ пройти рядъ годовъ, который по длинѣ можно сравнить съ геологическими періодами. Нѣтъ ничего удивительнаго, что за тотъ короткій промежутокъ, въ теченіе котораго люди изслѣдуютъ небо, не удалось съ точностью констатировать ни одного случая дѣйствительнаго потуханія звѣздъ. Бываетъ, что какой-нибудь звѣзды вдругъ не окажется на томъ мѣстѣ неба, которое занимала она по точнымъ наблюденіямъ прежнихъ вѣковъ. Но въ такихъ случаяхъ всегда удавалось доказать, что мы имѣемъ дѣло или со звѣздою перемѣнной яркости, или съ планетою, которую ошибочно считали за неподвижную звѣзду. Другое дѣло, если-бъ мы обладали звѣздными картами, ну, хоть со временъ каменноугольнаго періода, и если-бъ на этихъ картахъ были нанесены всѣ звѣзды до 15—16 величины, какъ на удивительныхъ фотографическихъ снимкахъ послѣднихъ лѣтъ. Нѣтъ сомнѣнія, что нѣкоторыя изъ этихъ звѣздъ оказались бы потухшими; свѣтъ ихъ за этотъ громадный промежутокъ времени настолько ослабѣлъ-бы, что мы не въ состояніи были бы замѣтить ихъ съ помощью нашихъ инструментовъ.



16. **Спектръ Расъ Альгети** (типъ III).

Въ прежнее время часто утверждали, будто нѣкоторыя звѣзды настолько удалены отъ насъ, что свѣтъ ихъ не успѣлъ еще дойти до земли. „Быстрота свѣта", говоритъ Медлеръ, „это—величина конечная. Промежутокъ времени, отдѣляющій наши дни отъ начала творенія,—также величина конечная. Поэтому небесныя тѣла доступны нашимъ наблюденіямъ лишь на томъ разстояніи, которое можетъ пройти свѣтъ въ этотъ конечный промежутокъ времени. Такъ какъ темнота небеснаго свода находитъ въ этомъ вполнѣ удовлетворительное объясненіе, нѣтъ нужды предполагать поглощеніе свѣта. Вмѣсто того, чтобы говорить, что свѣтъ съ извѣстныхъ разстояній не можетъ доходить до насъ, слѣдуетъ сказать: онъ не успѣлъ еще дойти до насъ". Вѣрно ли это? Вѣдь наша солнечная система существуетъ уже много милліоновъ лѣтъ, затѣмъ у насъ нѣтъ никакого основанія принимать, что она возникла первою, и что всѣ остальныя небесныя тѣла явились несравненно позже; а разъ это такъ, неосновательность Медлеровскаго заключенія становится очевидною. Гершель полагалъ, что отъ самыхъ отдаленныхъ туманностей, видимыхъ въ его телескопъ, свѣтъ долетаетъ до земли въ два милліона лѣтъ. Этотъ разсчетъ опирается на предположеніе, будто туманности не что иное, какъ отдаленныя звѣздныя скопленія. Нельзя забывать однако, что дальнѣйшія изысканія Гершеля и данныя спектральнаго анализа сдѣлали это предположеніе шаткимъ. Изслѣдуя силу телескоповъ, Гершель пришелъ къ выводу, что его 40-футовый

рефлекторъ проникаетъ въ пространство на 2 300 „звѣздныхъ разстояній“. Величину „звѣзднаго разстоянія“ въ настоящее время опредѣляютъ, круглымъ числомъ, въ 20 билліоновъ миль; свѣтъ проходитъ это разстояніе въ 16 лѣтъ. Такимъ образомъ, самыя отдаленныя звѣзды, какія можно было наблюдать въ телескопы Гершеля, отдѣлены отъ насъ такимъ разстояніемъ, что лучи свѣта могутъ пролетѣть его не болѣе, какъ въ 37 000 лѣтъ. Но это число еще слишкомъ велико. При своихъ разсчетахъ Гершель исходилъ изъ положенія, что міровое пространство абсолютно пусто, что поэтому свѣтовой лучъ ослабѣваетъ обратно пропорціонально квадрату разстояній, не болѣе. Оказалось, что это совершенно ошибочно. Уже Струве доказалъ, что при прохожденіи свѣта звѣздъ чрезъ небесныя пространства происходитъ



17. **Исполинскій рефлекторъ В. Гершеля.**

значительное поглощеніе. Онъ находитъ поэтому, что 40-футовый телескопъ проникалъ въ пространство только на $^1/_6$ того разстоянія, какое указывалъ Гершель. Можно, конечно, оспаривать вычисленія Струве относительно размѣровъ поглощенія въ міровомъ пространствѣ; но самый фактъ поглощенія свѣта не подлежитъ болѣе никакому сомнѣнію. Свѣтъ и теплота отъ неподвижныхъ звѣздъ достигаютъ до нашей земли; ужъ одно это обстоятельство заставляетъ признать существованіе среды, въ которой совершается передача,—которая переноситъ свѣтовыя и тепловыя волны чрезъ небесныя пространства.

Но если эта среда не что иное, какъ въ высшей степени тонкая матерія, родъ вѣсомой жидкости, то ясно, что свѣтовые лучи, проходя столь длинный путь,



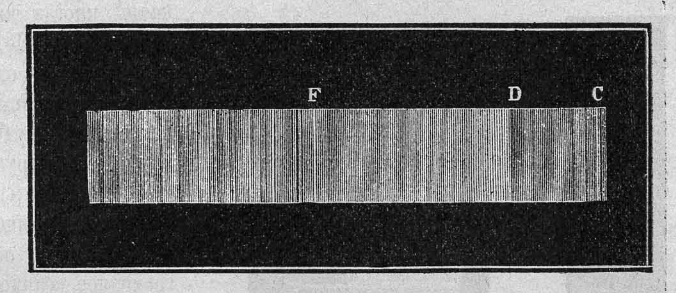
18. **Тихо Браге наблюдаетъ новую звѣзду 1572 года.**

должны подвергаться значительному ослабленію или поглощенію. Вслѣдствіе этого поглощенія, съ извѣстнаго разстоянія ни одинъ лучъ не достигаетъ земли, и никакія искусственныя средства не помогутъ проникнуть за эту границу. Если опираться на вычисленія Струве, найдемъ, что до сихъ поръ ни одному телескопу не удавалось проникнуть въ глубину вселенной больше, какъ на 1 000 звѣздныхъ разстояній; это пространство свѣтъ пролетаетъ въ 16 000 лѣтъ. Звѣзды, которыя лежатъ за этими предѣлами, недоступны для насъ; мы никогда ничего не узнаемъ о нихъ. Но наша земля существуетъ болѣе 16 000 лѣтъ, навѣрное, даже больше 16 000 000 лѣтъ. Нельзя поэтому ожидать, что на небесномъ сводѣ будутъ постоянно выступать такія новыя звѣзды, свѣтъ которыхъ только теперь успѣлъ дойти до насъ. Напротивъ, въ теченіе тысячелѣтій нѣкоторыя звѣзды должны становиться все блѣднѣе и блѣднѣе, пока совсѣмъ не исчезнутъ изъ нашихъ глазъ. Удалось ли наблюдать такое ослабленіе свѣта,—на это отвѣтить трудно, такъ же трудно, какъ и на вопросъ объ исчезновеніи извѣстныхъ звѣздъ. Вѣроятность очень мала, потому что наши наблюденія обнимаютъ слишкомъ краткій промежутокъ времени.

Время отъ времени въ разныхъ мѣстахъ неба загораются новыя звѣзды, иногда значительной яркости. Но этотъ фактъ нисколько не противорѣчитъ утвержденію, что неподвижныя звѣзды съ теченіемъ времени потухаютъ. „Новыя“ звѣзды представляютъ совершенно особенный классъ явленій: по выраженію Вильяма Гершеля, это примѣръ „обновленія въ лабораторіи вселенной“.

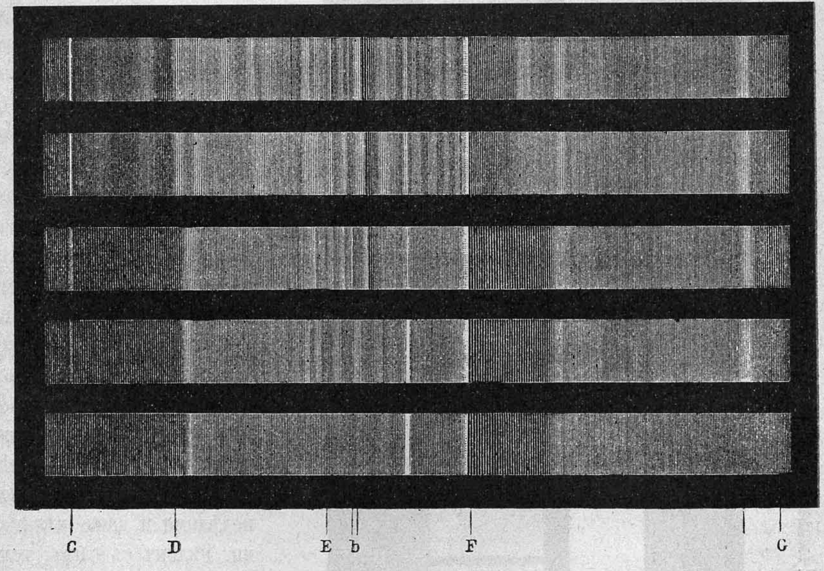
Вспыхнула новая звѣзда! Это значитъ, среди сонма неподвижныхъ звѣздъ произошло событіе исключительное, нарушающее обычный ходъ вещей. Большинство новыхъ звѣздъ загоралось по близости Млечнаго Пути. Это обстоятельство привело нѣкоторыхъ изъ древнихъ астрономовъ, въ томъ числѣ и Тихо-Браге къ предположенію, что эти звѣзды образуются, благодаря скопленію свѣтящейся туманной матеріи Млечнаго Пути. Описывая новую звѣзду, которая появилась въ созвѣздіи Кассіопеи въ 1572 году, Тихо замѣчаетъ, что можно даже признать мѣсто, откуда стянулся свѣтящійся туманъ. Само собою разумѣется, эта гипотеза неосновательна уже по той простой причинѣ, что Млечный Путь представляетъ не туманную массу, а скопленіе многочисленныхъ телескопическихъ звѣздъ. Затѣмъ наблюденія Тихо надъ этою звѣздою показываютъ, что за короткій промежутокъ 15 мѣсяцевъ она потерпѣла крупныя измѣненія въ своихъ физическихъ свойствахъ, пока, наконецъ, не исчезла окончательно. Но возможно ли допустить внезапное образованіе звѣзды, которая, сначала блистаетъ ослѣпительнымъ бѣлымъ свѣтомъ, превосходя яркостью всѣ другія звѣзды, потомъ въ короткій срокъ теряетъ постепенно всю яркость, становится желтою, потомъ красною и, наконецъ, потухаетъ? Не будетъ ли правдоподобнѣе принять, что звѣзда существовала и раньше, что эта вспышка временное, преходящее явленіе въ ея жизни? Уже Ньютонъ былъ склоненъ отожествлять появленіе новыхъ звѣздъ съ пожаромъ и разрушеніемъ небеснаго тѣла. Ученіе о сохраненіи энергіи подтвердило эту гипотезу. Еще въ 1848 году Робертъ Майеръ замѣтилъ, что новыя звѣзды съ кратковременнымъ періодомъ блеска могутъ образоваться, благодаря столкновенію двухъ звѣздъ, остававшихся раньше незамѣченными. Представимъ, что луна низверглась бы на землю; вычисленіе показываетъ, что соединенная масса двухъ свѣтилъ пріобрѣла бы при этомъ очень высокую степень жара, и земля сіяла бы, какъ солнце. Если бы мы находились на неподвижной

звѣздѣ, намъ показалось бы оттуда, что вспыхнуло новое солнце. То же самое представляется намъ при появленіи новыхъ звѣздъ.



19. **Спектръ новой звѣзды,**
вспыхнувшей въ 1866 году въ Сѣверномъ Вѣнцѣ.

На это дѣлали одно возраженіе. Допустимъ, что столкнулись двѣ космическія массы, напримѣръ, двѣ неподвижныхъ звѣзды, или что планета упала на свою звѣзду; произойдетъ повышеніе температуры. Но оно было бы столь значительно,



20. **Спектръ новой звѣзды въ Лебедѣ—по Фогелю.**
Время наблюденія: 8 и 14 дек. 1876 года; 1 янв., 2 февр. и 2 марта 1877 года. Можно прослѣдить постепенное превращеніе въ спектръ туманности.

что температура не могла бы понизиться до прежняго уровня въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ; на это понадобились бы цѣлыя тысячелѣтія. Все это совершенно вѣрно; немыслимо оспаривать, что охлажденіе крупныхъ міровыхъ тѣлъ можетъ сдѣ-

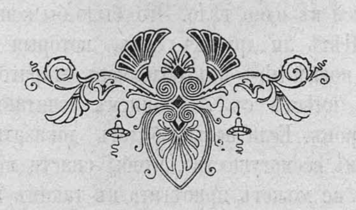
латься замѣтнымъ только по истеченіи необыкновенно долгихъ промежутковъ времени. Между тѣмъ у такъ называемыхъ „новыхъ“ звѣздъ ослабленіе свѣта наступаетъ иногда чрезъ нѣсколько дней. Но, по моему мнѣнію, охлажденіе въ этомъ случаѣ вызывается не однимъ лучеиспусканіемъ: есть другая причина. Какъ только столкнутся двѣ космическія массы, мгновенно образуется громадное количество теплоты; отдѣленные громаднымъ разстояніемъ, мы замѣчаемъ это явленіе, какъ внезапное усиленіе свѣта. Благодаря этой теплотѣ, вещество обоихъ міровыхъ тѣлъ обращается въ газообразное состояніе. Отдѣльныя частицы матеріи стремятся удалиться одна отъ другой и образуютъ туманность, протяженіе которой зависитъ отъ массы и температуры обѣихъ столкнувшихся звѣздъ. Объемъ увеличивается въ милліарды разъ, и это расширеніе, конечно, не можетъ произойти моментально: оно требуетъ извѣстнаго времени, которое при чудовищныхъ разстояніяхъ, съ которыми имѣемъ дѣло, нужно измѣрять недѣлями и даже мѣсяцами. Рядомъ съ этимъ, температура газообразныхъ массъ должна падать, такъ какъ расширеніе можетъ произойти только насчетъ тепловыхъ потерь. Съ пониженіемъ температуры уменьшается сила свѣта,

1. 2.

21—22. Спектръ новой звѣзды въ Возничемъ, сфотографированный Кэмпбеллемъ:
1) 28 февраля 1892 года; 2) въ августѣ того-же года.

слѣдовательно, ослабѣваетъ яркость „новой“ звѣзды. Ясно, что послѣ этихъ превращеній газообразная масса представляетъ уже не звѣзду, а космическую туманность съ очень малой яркостью. Этотъ выводъ подтверждается спектроскопическими наблюденіями надъ новой звѣздой 1877 года; въ концѣ развитія она дала спектръ, тожественный со спектромъ планетарныхъ туманностей. Можно принять, что звѣзда, дѣйствительно, превратилась въ такую туманность. Въ 1891 году появилась новая звѣзда въ созвѣздіи Возничаго. Многія линіи въ спектрѣ этой звѣзды оказались двойными. Отсюда можно было заключить, что спектръ принадлежитъ не одному свѣтящемуся тѣлу: это были сдвинутые спектры, по крайней мѣрѣ, двухъ свѣтилъ, которыя съ громадной скоростью неслись въ противоположныхъ направленіяхъ; это былъ міровой пожаръ, вызванный столкновеніемъ солнцъ и планетъ. Новая звѣзда 1891 года была подробно изслѣдована Фогелемъ. Знаменитый астрофизикъ пришелъ къ слѣдующимъ заключеніямъ. Появленіе новой звѣзды объясняется тѣмъ, что свѣтящееся или темное міровое тѣло вторглось въ какую-нибудь солнечную систему со скоростью 90 миль въ секунду. Произошло столкновеніе съ нѣкоторыми членами системы. Столкнувшіяся тѣла перешли въ раскаленное состояніе и стали свѣтиться. Намъ-же, обитателямъ далекой земли, эта грозная катастрофа кажется мирнымъ появленіемъ новой звѣзды. Къ маю 1892 года новая звѣзда сдѣлалась едва замѣтной. Лѣтомъ свѣтъ ея снова усилился. Наконецъ, она дала спектръ газообразной туманности,— точно такой-же, какой давали и другія новыя звѣзды. По всей вѣроятности, планетарныя и многія другія туманности, которыя созерцаемъ на небѣ, не что иное, какъ прежнія звѣзды, которыя чрезъ столкновеніе обратились въ міровой туманъ. Вотъ почему спектры этихъ міровыхъ тѣлъ нельзя сопоставлять съ описанными выше типами звѣздныхъ спектровъ: они представляютъ, какъ отмѣчаетъ профессоръ Пикерингъ, совершенно особый типъ, который не имѣетъ никакой связи со спектральными типами обыкновенныхъ неподвижныхъ звѣздъ. Ничто, такимъ образомъ, не противорѣчитъ предположенію, что космическія тѣла съ такимъ своеобразнымъ спектромъ это—массы, которыя черезъ столкновеніе обратились въ туманъ.

Такое столкновеніе между небесными тѣлами одной и той же системы по истеченіи довольно долгихъ періодовъ времени наступаетъ неизбѣжно; его причина— сопротивленіе, которое оказываетъ эфиръ при движеніи вокругъ общаго центра тяготѣнія. Такимъ образомъ, это тонкое вещество, наполняющее небесныя пространства, является причиною гибели отдѣльныхъ міровыхъ тѣлъ, и оно же, какъ покажу я далѣе, та великая, общая могила, которая поглотитъ всю энергію вселенной.



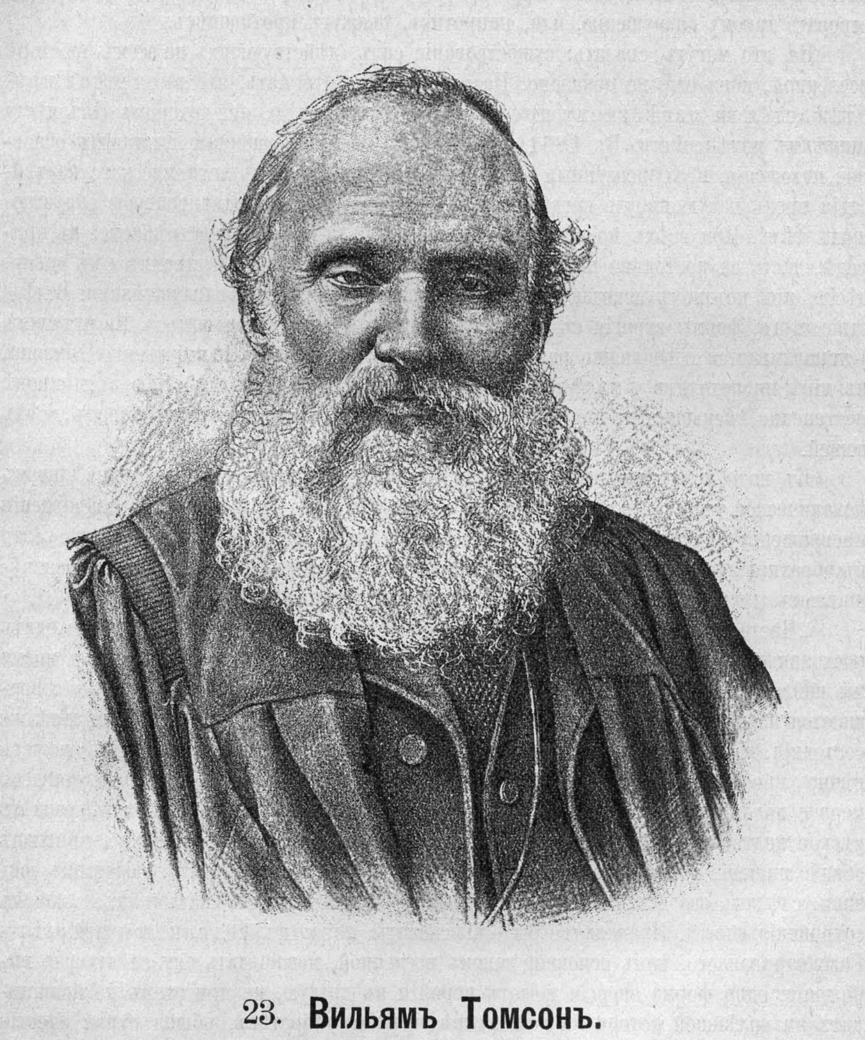
II.

Прошлое и будущее вселенной.

Сопротивленіе эфира. — Паденіе планетъ на центральныя тѣла. — Можетъ ли вся матерія міровыхъ пространствъ постепенно собраться въ одно громадное тѣло. — Можно ли сказать, что вселенная приближается къ извѣстному предѣльному состоянію. — Энтропія міра стремится къ максимуму, такъ какъ количество матеріи конечно. — Слѣдствія, вытекающія изъ этого положенія.

Въ первомъ письмѣ я старался показать, что картина вселенной, насколько она доступна для нашихъ чувствъ, не представляетъ чего-то неподвижнаго, законченнаго разъ навсегда, на всѣ времена; напротивъ, въ ней происходятъ постоянныя измѣненія. Приходится отбросить старую аксіому, будто небо не подлежитъ разрушенію. Но возникаетъ такое предположеніе: быть можетъ, эти измѣненія въ отдѣльныхъ членахъ мірового цѣлаго, это появленіе и потуханіе звѣздъ, это паденіе кометъ и метеоритовъ на другія міровыя тѣла, которыя встрѣчаются на пути,—быть можетъ, всѣ эти явленія не играютъ большой роли въ жизни вселенной, и состояніе цѣлаго не можетъ вслѣдствіе ихъ измѣниться. Это—вопросъ крайне важный и крайне интересный, но, конечно, его нельзя рѣшить съ помощью однихъ наблюденій.

Въ прошломъ письмѣ я отмѣтилъ значеніе эфира: онъ оказываетъ сопротивленіе движущимся тѣламъ, онъ вызываетъ паденіе планетныхъ массъ на центральное тѣло. Такіе случаи имѣли мѣсто на отдѣльныхъ звѣздахъ уже въ теченіе историческаго періода. Ясно, что подобная судьба можетъ постигнуть любую планету, которая движется вокругъ неподвижной звѣзды, если только допустить достаточный промежутокъ времени. Въ этомъ отношеніи мы свободны. Ничто не мѣшаетъ предположить необходимое число тысячелѣтій и милліоновъ лѣтъ. Въ концѣ концовъ, всякую планету ждетъ уничтоженіе при ея паденіи на то солнце, около котораго она совершала круговой полетъ. Это заключеніе справедливо для всѣхъ областей видимой вселенной и для всякой солнечной системы, носящейся въ пространствѣ. Разовьемъ его далѣе. Пройдетъ достаточно долгій промежутокъ времени, и по той же причинѣ солнце упадетъ на солнце, и звѣздныя кучи сольются съ другими звѣздными кучами въ одну хаотическую массу. Новый рядъ вѣковъ, — и эта масса, въ свою очередь, соединится съ обломками другихъ звѣздныхъ кучъ. Наконецъ, вся матерія вселенной соберется въ одно тѣло. Это было бы концомъ всего міра. Вѣроятенъ ли такой исходъ? Нѣтъ ли другихъ силъ, которыя помѣшаютъ разрушенію вселенной или создадутъ новый міръ изъ обломковъ стараго? Такія силы не затруднится допустить тотъ, кто вмѣстѣ съ Лейбницемъ считаетъ этотъ міръ лучшимъ изъ всѣхъ возможныхъ міровъ. Если нельзя будетъ доказать существованіе такихъ силъ, призовутъ на помощь всемогущество, чтобы спасти міровое цѣлое отъ разрушенія. Естествоиспытатель не можетъ прибѣгать къ такимъ пріемамъ. Мнѣніе, будто настоящій міръ является наилучшимъ изъ всѣхъ мыслимыхъ міровъ, очевидно, ни на чемъ не основано: это просто уступка человѣческому тщеславію. Обращеніе же



23. **Вильямъ Томсонъ.**

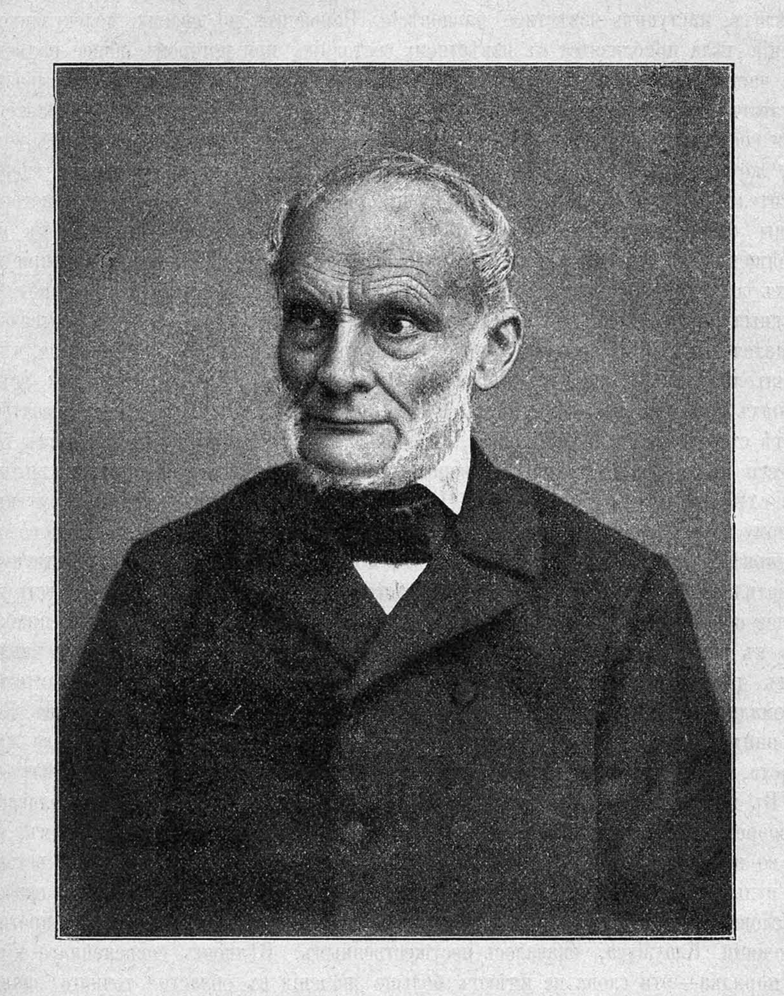
къ божественному всемогуществу, чтобы отстоять излюбленную идею, можно разсматривать, какъ самое откровенное признаніе въ недостаткѣ доводовъ. Остается одно: принять во вниманіе самыя общія силы природы и разсмотрѣть, будутъ ли онѣ содѣйствовать такому разрушенію, или, напротивъ, окажутъ противовѣсъ.

На это могутъ сказать: существованіе силъ, дѣйствующихъ на всемъ просторѣ вселенной, пока еще не доказано. Нельзя однако отрицать, что вселенная приближается къ извѣстному предѣльному состоянію, при которомъ нѣтъ мѣста никакимъ измѣненіямъ. Въ 1851 г. Вильямъ Томсонъ впервые выставилъ основное положеніе: неодушевленныя тѣла не могутъ производить механическаго воздѣйствія чрезъ какую нибудь среду, если ихъ температура ниже температуры окружающихъ тѣлъ. При всѣхъ превращеніяхъ энергіи, съ которыми мы встрѣчаемся въ природѣ, часть ея постоянно переходитъ въ теплоту. Эта послѣдняя стремится къ равновѣсію, при которомъ исчезаютъ тепловыя различія между отдѣльными тѣлами. Вслѣдствіе этого, формы энергіи съ теченіемъ времени должны уменьшаться. На ихъ счетъ устанавливается совершенно равномѣрное тепловое состояніе. По выраженію Томсона, въ мірѣ происходитъ разсѣяніе энергіи. Способность къ дѣйствію въ природѣ постепенно уменьшается, пока не дойдетъ до нуля. Тогда наступитъ конецъ всѣхъ вещей.

Къ подобному-же выводу пришелъ Клаузіусъ, опираясь на второй законъ механической теоріи теплоты. Изъ него слѣдуетъ, что въ извѣстномъ направленіи превращенія энергіи могутъ идти сами собою, безъ затраты энергіи извнѣ. Зато въ обратномъ направленіи они совершаются лишь въ томъ случаѣ, если ихъ уравновѣшиваютъ другія превращенія, одновременныя и противоположныя.

„Часто приходится слышать“ говоритъ Клаузіусъ, „что въ мірѣ происходитъ постоянный круговоротъ. Въ то время, какъ въ данномъ мѣстѣ и въ данное время мы наблюдаемъ одни измѣненія, въ другихъ мѣстахъ и въ другія времена совершаются измѣненія противоположныя, такъ-что постоянно повторяются одни и тѣ же состоянія, и, въ общемъ, состояніе вселенной остается неизмѣннымъ. Міръ можетъ вѣчно продолжать свое существованіе такимъ образомъ. Когда было выставлено первое положеніе механической теоріи теплоты, въ немъ могли, пожалуй, увидѣть вѣское подтвержденіе этого взгляда. Гельмгольцъ, который немедленно призналъ общее значеніе этого положенія и, примѣнивши его къ различнымъ областямъ физики, сдѣлалъ его яснымъ и убѣдительнымъ, обозначилъ его названіемъ: „законъ сохраненія силы“. Правильнѣе было бы сказать: „законъ сохраненія энергіи“. Разсматривая его, какъ основной законъ вселенной, можно дать ему слѣдующее выраженіе: одна форма энергіи можетъ перейти въ другую, но при этомъ не происходитъ ни малѣйшей потери въ количествѣ энергіи; напротивъ, общая сумма энергіи во вселенной остается неизмѣнною, такъ же, какъ и общая масса вещества. Вѣрность этого закона—внѣ сомнѣнія. Онъ, дѣйствительно, выражаетъ неизмѣнность вселенной въ извѣстномъ, очень важномъ отношеніи. Тѣмъ не менѣе видѣть въ немъ подтвержденіе взгляда, по которому въ ней господствуетъ вѣчный круговоротъ,—это значило бы заходить слишкомъ далеко.

„Этому взгляду самымъ рѣшительнымъ образомъ противорѣчитъ второй законъ механической теоріи теплоты. Работа, которую могутъ произвести силы природы и которая заключается въ движеніяхъ міровыхъ тѣлъ, все болѣе и болѣе пре-



24. Клаузіусъ.

вращается въ теплоту. Теплота постоянно переходитъ отъ тѣлъ болѣе теплыхъ къ болѣе холоднымъ. Распредѣленіе ея будетъ становиться все равномѣрнѣе и равномѣрнѣе. Между лучистою теплотой, разсѣянной въ эѳирѣ, и теплотой, заключенной въ тѣлахъ, наступитъ извѣстное равновѣсіе. Наконецъ, по своему молекулярному строенію тѣла приблизятся къ извѣстному состоянію, при которомъ общее разъединеніе частицъ для данной температуры будетъ наибольшее. Я попытался выразить весь этотъ процессъ простымъ закономъ; при его помощи опредѣленно характеризуется состояніе, къ которому постепенно приближается міръ. Я вообразилъ величину, которая имѣетъ то же значеніе относительно превращеній, какъ энергія относительно теплоты и работы, — именно, сумму всѣхъ превращеній, которыя должны были произойти, чтобы привести тѣло или совокупность тѣлъ къ ихъ настоящему состоянію. Эту величину я назвалъ энтропіей. Превращенія, при которыхъ энергія принимаетъ форму теплоты, называются положительными; противоположныя превращенія, при которыхъ теплота переходитъ въ работу, называются отрицательными. Во всѣхъ случаяхъ, гдѣ положительныхъ превращеній больше, чѣмъ отрицательныхъ, энтропія увеличивается. Отсюда нужно заключить, что при всѣхъ явленіяхъ природы энтропія можетъ только возростать, а никакъ не уменьшаться. Вмѣстѣ съ тѣмъ выясняется законъ, способный служить краткимъ выраженіемъ того процесса превращеній, который совершается постоянно и повсемѣстно: энтропія міра стремится къ максимуму. Чѣмъ больше міръ приближается къ этому предѣльному состоянію, когда энтропія достигнетъ максимума, тѣмъ меньше поводовъ къ дальнѣйшимъ измѣненіямъ. Если-бъ это состояніе было, наконецъ, достигнуто, прекратились бы всѣ измѣненія, и міръ застылъ бы среди мертваго покоя. Пусть настоящее состояніе вселенной еще очень далеко отъ этого предѣла. Пусть приближеніе къ нему происходитъ такъ медленно, что всѣ промежутки времени, съ какими имѣетъ дѣло исторія, представляются лишь краткимъ мгновеніемъ сравнительно съ громадными періодами, какихъ требовалъ міръ даже для небольшихъ перемѣнъ. Все-таки найденъ законъ, дающій намъ увѣренность, что въ мірѣ нѣтъ всеобщаго круговорота, что его состояніе измѣняется и приближается къ извѣстному предѣлу“.

Въ первый разъ еще точная наука указала законъ, который обусловливаетъ для современнаго устройства вселенной конецъ во времени и, вмѣстѣ съ тѣмъ, начало во времени. Признано существованіе процесса, который когда-нибудь остановитъ пульсъ вселенной. Съ тѣхъ поръ призванные и непризванные успѣли сказать свое слово по этому великому вопросу, и рѣшительно все, что выставлялось противъ заключеній Клаузіуса, оказалось несущественнымъ. Вѣчность современнаго мірового порядка—эти слова не имѣютъ больше значенія въ области точнаго знанія. Когда-нибудь часы вселенной остановятся, и времени не будетъ.

Только при одномъ условіи вселенная никогда не достигнетъ этого предѣльнаго состоянія: если сумма матеріи въ пространствѣ безконечна. Тогда энтропія никогда не дойдетъ до минимума, хотя бы природа стремилась къ ней въ безконечно многихъ пунктахъ. Но возможно ли допустить безконечность матеріи въ безконечномъ пространствѣ? Говоря откровенно, я могу не видѣть необходимости въ этомъ. Сдѣлавши такое допущеніе, мы признаемъ, въ сущности, что постоянно творится новая матерія: вѣдь еще Гауссъ остроумно замѣтилъ, что безконечное можно представить только, какъ вѣчно не конченное. Ньютонъ думалъ когда-то, что пла-

нетная система не будетъ имѣть устойчивости, если время отъ времени не будетъ вмѣшиваться всемогущая сила. Современная физика приводитъ насъ къ заключенію, что вся вселенная по истеченіи невообразимо-громаднаго промежутка времени должна погрузиться въ состояніе мертвой неподвижности, если всемогущая воля не творитъ непрерывно новой матеріи. Въ такомъ случаѣ сила цѣлой вселенной, подобно потоку, вытекаетъ въ безконечность изъ таинственнаго источника, который не можетъ изсякнуть.

Но эта безконечность, въ свою очередь, является такимъ понятіемъ, которое подавляетъ человѣческій разумъ и которое мы должны вводить въ наши вычисленія только въ случаяхъ крайней необходимости. Въ популярныхъ сочиненіяхъ приводятся иногда примѣры, которые наглядно показываютъ противоположность между конечнымъ и безконечнымъ. Кронигъ даетъ слѣдующій численный примѣръ. Напишемъ рядъ чиселъ:

$$1^1,\ 2^2,\ 3^3,\ 4^4,\ 5^5,\ 6^6 \text{ и т. д.}$$

10^{10} равняется уже десяти тысячамъ милліоновъ. 100^{100} равно числу, которое выражается единицею съ десятью тысячами нулей. Если эти числа кажутся недостаточно большими, можно написать другой рядъ чиселъ, составленный слѣдующимъ образомъ:

$$2^2,\quad 3^{3^3},\quad 4^{4^{4^4}},\quad 5^{5^{5^{5^5}}} \text{ и т. д.}$$

Первое число 2^2 равно 4; второе будетъ уже больше 8 билліоновъ. О третьемъ числѣ въ этомъ ряду можно дать приблизительное понятіе такимъ разсчетомъ. Представьте прямую линію такой длины, чтобы свѣтъ, который дѣлаетъ въ секунду 280 000 верстъ, могъ пролетѣть ее только въ квинтилліонъ лѣтъ; квинтилліонъ пришлось бы изобразить единицею съ 30 нулями. Представьте далѣе, что этой линіей, какъ радіусомъ, описанъ шаръ, и вся внутренность этого шара наполнена типографскими чернилами. Всетаки ихъ не хватило бы, чтобы напечатать данное число самыми мелкими изъ существующихъ литеръ. Вотъ насколько велико это число:— $4^{4^{4^4}}$.

Если-бъ меня попросили дать такимъ же образомъ понятіе о слѣдующемъ, четвертомъ числѣ, я, навѣрное, не зналъ бы, какъ начать. Представить дальнѣйшія числа еще труднѣе. И однако они являются совершенно ничтожными сравнительно съ безконечной величиной.

Но Кронигъ также не приписываетъ вселенной вещественной безконечности. Скорѣе онъ убѣжденъ, что матерія вѣчна, но сумма отдѣльныхъ частицъ ея въ то же время конечна. Это представленіе о мірѣ приводитъ къ новымъ трудностямъ. Изъ него неизбѣжно слѣдуетъ, что всѣ возможныя группировки атомовъ въ теченіе минувшихъ, безконечно долгихъ періодовъ уже повторялись безчисленное множество разъ. Значитъ, современная вселенная существовала въ прошломъ несмѣтное число разъ. Кронигъ не можетъ думать этого: онъ соглашается съ выводомъ Клазіуса, что вселенная прекратитъ свое существованіе, когда наступитъ полное равенство между температурами отдѣльныхъ предметовъ; онъ поясняетъ даже, что для этого достаточно тѣхъ громадныхъ тепловыхъ потерь, которыя испытываетъ каждое свѣтящееся небесное тѣло, вслѣдствіе постояннаго перехода теплоты въ эфиръ.

... При нашихъ органахъ чувствъ, мы можемъ постигать не все содержаніе, не всѣ стороны мірового бытія, а только тѣ, которыя доступны нашимъ чувствамъ и нашему разуму. Мы познаемъ лишь пространственное и временное. Отсюда вытекаетъ, что наши изслѣдованія въ извѣстномъ направленіи должны всегда оставаться односторонними.

Несмотря на эту односторонность, мы видимъ, что устройство міра таково, какъ если бы онъ былъ проникнутъ Высочайшимъ Разумомъ, который въ то же время обладаетъ неизмѣримою способностью къ творчеству. Величайшіе изслѣдователи всѣхъ временъ, основатели современнаго естествознанія признавали присутствіе такого Разума. Его существованіе слѣдуетъ изъ всей совокупности явленій природы съ такой же ясностью и неизбѣжностью, какъ существованіе силы тяготѣнія въ солнцѣ слѣдуетъ изъ движенія планетъ по замкнутымъ путямъ.

III.

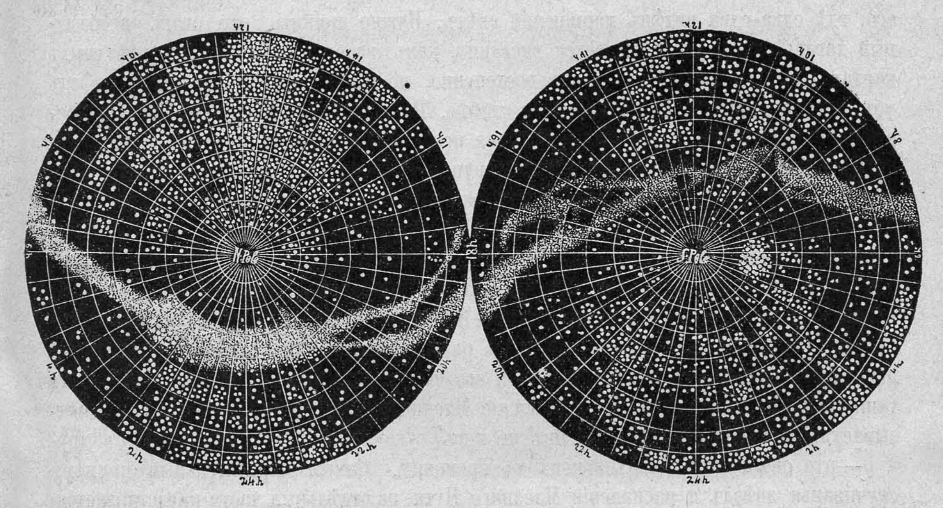
Царство туманныхъ пятенъ и роль ихъ въ развитіи звѣздныхъ системъ.

Различныя формы міровыхъ тѣлъ соотвѣтствуютъ различнымъ моментамъ ихъ исторіи развитія.—Изысканія Гершеля относительно строенія звѣзднаго міра.—Что такое Млечный путь.—Блѣдныя, безформенныя туманности, какъ эмбріональныя состоянія звѣздныхъ системъ.—Спиральныя туманности, какъ дальнѣйшій моментъ въ ихъ развитіи.—Новыя данныя относительно исторіи міровъ, полученныя съ помощью фотографіи.—Образованіе солнечной системы изъ вращающейся туманной массы.

Изученіе доступныхъ намъ областей вселенной показало, что небесныя пространства наполнены міровыми тѣлами крайне разнообразныхъ типовъ. Мы видимъ планеты, которыя кружатся около солнца и получаютъ отъ него свѣтъ и теплоту; мы наблюдаемъ кометы, метеоры, безконечные сонмы неподвижныхъ звѣздъ, звѣздныя скопленія и туманности. На это обратили вниманіе, и тщательныя изслѣдованія помогли установить, что различныя формы небесныхъ тѣлъ соотвѣтствуютъ различнымъ моментамъ развитія. Если два міровыхъ тѣла отличаются внѣшнею формою, это показываетъ, что они находятся въ разныхъ періодахъ развитія. Попытаемся же воспроизвести весь ходъ этого развитія.

Такая попытка была бы безумною, если-бъ мы думали рѣшить вопросъ непосредственными наблюденіями. Вѣдь дѣло идетъ о происхожденіи и гибели міровыхъ тѣлъ. Въ такомъ случаѣ все время существованія рода человѣческаго представляется не болѣе, какъ мгновеніемъ. Есть однако другой путь, ведущій къ той же цѣли: сопоставимъ различныя формы небесныхъ тѣлъ, существующія въ пространствѣ рядомъ, одновременно; это приведетъ къ заключеніямъ относительно послѣдовательности ихъ развитія.

Первый направился этимъ путемъ великій изслѣдователь неба Фр. Вильямъ Гершель. Одушевленный возвышенной идеею, онъ стремился открыть въ глубинахъ небеснаго пространства слѣды тѣхъ измѣненій, которыя съ теченіемъ времени происходятъ въ строеніи звѣздныхъ міровъ. Онъ думалъ, что, дѣйствительно, нашелъ такія области неба, которыя носятъ ясные слѣды опустошительнаго вліянія времени. „Въ созвѣздіи Скорпіона“ говоритъ онъ, „есть отверстіе; вѣроятно, оно произошло подъ вліяніемъ этой причины. Я нашелъ его, когда изслѣдовалъ параллельную полосу, отстоящую на 112—114° отъ сѣвернаго полюса. Я считалъ звѣзды въ полѣ зрѣнія моего телескопа. Число звѣздъ постепенно возростало, когда я приближался къ Млечному Пути. Вдругъ оно упало до нуля; затѣмъ опять возросло до



25. **Млечный Путь.**

4—13, а вскорѣ и до 41. Данное отверстіе занимаетъ около 4° въ ширину. Замѣчательно, что какъ разъ на западномъ краю его лежитъ одно изъ самыхъ богатыхъ и скученныхъ звѣздныхъ скопленій, какія только мнѣ приходилось видѣть. Невольно является предположеніе, что звѣзды этого скопленія собрались съ сосѣдней области пространства и оставили тамъ пустоту. Есть обстоятельства, подтверждающія этотъ взглядъ. Извѣстно еще одно звѣздное скопленіе, которое лежитъ также на западномъ краю другого отверстія. Рядомъ съ нимъ, къ сѣверо-западу замѣтна маленькая группа звѣздъ или легко разложимая туманность съ діаметромъ въ $2^1/_2$ минуты“.

Обѣ звѣздныя кучи, упомянутыя здѣсь Гершелемъ, для 1860 г. занимали на небѣ слѣдующія положенія:

	Первая туманность.	Вторая туманность.
Прямое восхожденіе	16 ч. 9 м.	16 ч. 15 м.
Разстояніе отъ сѣвернаго полюса	112°38′	116°11′

Млечный Путь, по Гершелю, также обнаруживаетъ слѣды измѣненія и разрушенія. Вотъ его слова: „Если когда-нибудь Млечный Путь состоялъ изъ равно-

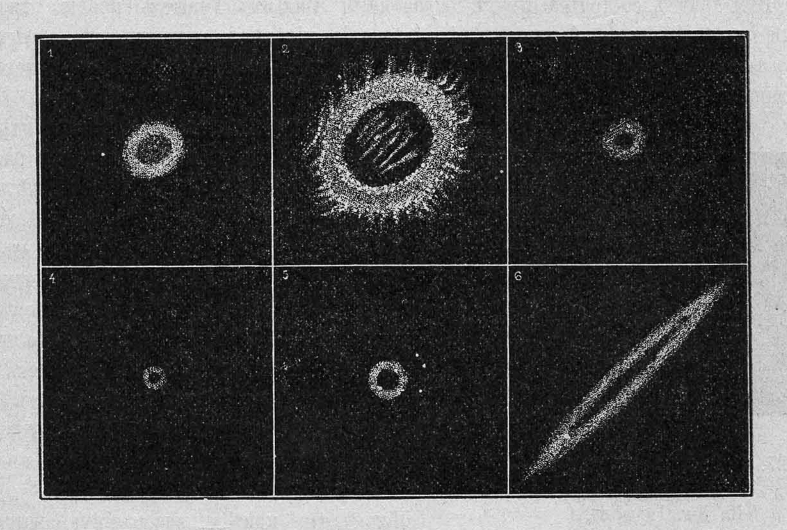
мѣрно разсѣянныхъ звѣздъ, теперь, какъ показываетъ наблюденіе, этой равномѣрности не существуетъ. Въ ясную ночь на участкѣ Млечнаго Пути, между созвѣздіями Стрѣльца и Персея, можно отмѣтить, по крайней мѣрѣ, 18 различныхъ оттѣнковъ мерцающаго свѣта; эти мѣста по внѣшности походятъ на большія, легко разложимыя туманности. Не говоря уже объ этихъ общихъ подраздѣленіяхъ, извѣстныя наблюденія заставляютъ насъ предположить распаденіе Млечнаго Пути на болѣе мелкія части. Таково неизбѣжное слѣдствіе силы, образующей скопленія; она слагается изъ притяженій, преобладающихъ въ данной области. Я указалъ 157 звѣздныхъ кучъ, которыя лежатъ въ предѣлахъ Млечнаго Пути. Къ нимъ нужно прибавить еще 68 скопленій, расположенныхъ въ болѣе бѣдныхъ частяхъ Млечнаго Пути, на краяхъ его, гдѣ едва-едва видѣнъ мерцающій свѣтъ. Нужно помнить, что этотъ необъятный лагерь звѣздъ не обрывается внезапно, какъ изображается это на звѣздныхъ картахъ: онъ исчезаетъ изъ глазъ постепенно, по мѣрѣ того, какъ число звѣздъ убываетъ и мерцаніе ихъ становится слабѣе. Разъ звѣзды Млечнаго Пути непрерывно подвержены вліянію силы, которая неодолимо собираетъ ихъ въ группы, мы можемъ быть увѣрены, что въ каждой группѣ онѣ будутъ сближаться все болѣе и болѣе; наконецъ, скопленіе пріобрѣтетъ особенности, соотвѣтствующія періоду зрѣлости: шарообразную форму и полную изолированность. Вотъ почему съ теченіемъ времени Млечный Путь распадется и не будетъ болѣе лагеремъ разсѣянныхъ звѣздъ. Это постоянное распаденіе Млечнаго Пути позволяетъ намъ сдѣлать еще одно важное заключеніе. Состояніе, въ которое привела его до сихъ поръ эта сила, постоянно образующая скопленія, слѣдуетъ разсматривать, какъ хронометръ, который позволяетъ судить объ его прошломъ и его будущемъ. Мы не знаемъ хода этого таинственнаго хронометра. Но распаденіе Млечнаго Пути на отдѣльныя части доказываетъ: съ одной стороны, что онъ не могъ существовать отъ вѣчности, съ другой—что онъ будетъ имѣть конецъ во времени". Самый поразительный примѣръ скучиванья звѣздъ и распаденія Млечнаго Пути на отдѣльныя части представляется, по Вильяму Гершелю, между звѣздами β и γ въ Лебедѣ. Скучиванье идетъ здѣсь по двумъ различнымъ направленіямъ. Вычисленіе показываетъ, что на пространствѣ шириной въ 5^0 расположено больше 331 000 звѣздъ; половина движется въ одну сторону, другая—въ противоположную.

Взгляды Гершеля проникнуты величіемъ, но возможны возраженія. Вѣдь намъ доступно только оптическое распредѣленіе этихъ звѣздъ на небесномъ сводѣ, слѣдовательно, видимая ихъ группировка, какъ представляется она съ громаднаго разстоянія, съ земли. Мы не знаемъ, въ сущности, ничего вполнѣ точнаго объ истинномъ распредѣленіи ихъ въ пространствѣ. По этому вопросу существуютъ изслѣдованія, о которыхъ я не могу говорить здѣсь подробнѣе, но которыя обстоятельно изложены во второй части моей книги *Всеобщее описаніе неба* [1]). Они приводятъ къ заключенію, что воззрѣнія Вильяма Гершеля относительно строенія Млечнаго Пути не были вѣрными. Самъ великій астрономъ совершенно оставилъ ихъ передъ смертью, когда призналъ Млечный Путь неизмѣримымъ. Изъ моихъ собственныхъ изысканій слѣдуетъ, что въ мірѣ, насколько охватываетъ его нашъ взоръ съ помощью телескопа, существуетъ только одинъ Млечный Путь. Тѣ кольцеобразныя туманности, въ ко-

---

[1]) **Klein**. Handbuch der allgemeinen Himmelsbeschreibung. Braunschweig. 1872.

торыхъ нѣкоторые астрономы видѣли образованія, аналогичныя съ нашимъ Млечнымъ Путемъ, представляются рядомъ съ нимъ совершенно ничтожными по своей величинѣ и значенію. Чтобы ясно представить положеніе Млечнаго Пути во вселенной, пусть вспомнятъ, что въ нашей планетной системѣ есть плоскость, въ которой, приблизительно, расположены пути планетъ. Это—плоскость солнечнаго экватора. Совершенно такое же значеніе имѣетъ нѣкоторая другая плоскость для звѣздныхъ системъ. Послѣднія группируются, приблизительно, около одной средней плоскости, которая представляется намъ плоскостью Млечнаго Пути. Кольцеобразная форма—оптическій обманъ. Онъ вызывается расположеніемъ чрезмѣрно большого

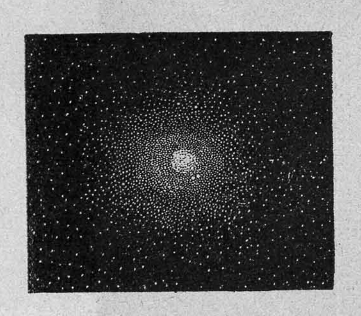


26. **Кольцеобразныя тумнаости.**
1—въ Лирѣ по Гершелю; 2—она же по Россу; 3—въ Лебедѣ; 4—въ Змѣеносцѣ; 5—въ Скорпіонѣ; 6—при звѣздѣ „гамма“ въ Андромедѣ.

числа звѣздныхъ скопленій и звѣздныхъ группъ въ данной плоскости. Къ одному изъ этихъ звѣздныхъ скопленій принадлежитъ наше солнце, равно какъ и то звѣздное небо, которое въ часы ночи разстилается надъ нашими головами. Сквозь сѣть его звѣздъ мы видимъ, какъ въ страшной дали другія звѣздныя скопленія то располагаются рядомъ, то закрываютъ одно другое и, подобно полосамъ тумана, охватываютъ небо въ видѣ громаднѣйшаго круга. Какъ листья на поверхности пруда, мерцаютъ цѣлыя системы звѣздъ на поверхности, которая представляется намъ плоскостью Млечнаго Пути. Теперь понятно также, почему даже въ сильнѣйшіе телескопы это громадное цѣлое должно казаться неизмѣримымъ, и почему мы ничего не можемъ знать относительно внѣшней границы этого звѣзднаго кольца. Очень вѣроятно, что расхожденіе звѣздныхъ кучъ, о которомъ упоминаетъ Вильямъ Гершель, было только кажущееся. Представьте, что эти толпы звѣздъ обладаютъ собственнымъ движеніемъ, что то звѣздное скопленіе, къ которому относится наше солнце, также движется въ пространствѣ. Этого достаточно, чтобы

вызвать видимое расхожденіе скопленій на небесномъ сводѣ. Конечно, мы гораздо основательнѣе судили бы о всѣхъ этихъ явленіяхъ и гораздо лучше знали бы законы, управляющіе ими, если бы наши наблюденія охватывали промежутокъ во много милліоновъ лѣтъ. Наше существованіе эфемерно; изслѣдованіе глубины небеснаго пространства началось, можно сказать, только со вчерашняго дня. Вотъ почему нельзя опираться исключительно на тѣ перемѣны въ строеніи и расположеніи звѣздныхъ кучъ, которыя происходятъ на нашихъ глазахъ. Едва ли этотъ методъ приведетъ къ выводамъ относительно происхожденія и исторіи мірового порядка.

При такихъ обстоятельствахъ остроумный Вильямъ Гершель первый указалъ новый путь. Чтобы освѣтить исторію развитія міровыхъ системъ, онъ обратился къ сравнительному изученію формъ, существующихъ одновременно. Этотъ методъ, по словамъ самого Гершеля, проливаетъ новый свѣтъ на небесныя тѣла. Небо можно сравнить съ роскошнымъ садомъ, гдѣ на отдѣльныхъ грядкахъ разсѣяно множество растеній всѣхъ возрастовъ. Положимъ, наша цѣль — ознакомиться съ исторіей развитія извѣстнаго растенія. Нѣтъ нужды ждать, чтобы оно на нашихъ глазахъ проросло, покрылось листьями и цвѣтами, принесло плоды, увяло и, наконецъ, истлѣло. Достаточно пересмотрѣть большое число экземпляровъ, которые познакомятъ насъ со всѣми возрастами даннаго растенія. Осмотръ можетъ быть кратковременнымъ; это не мѣшаетъ распространить его выводы на неизмѣримо большой промежутокъ времени.



27. **Звѣздное скопленіе въ Туканѣ.**
По Дж. Гершелю.

Ясно, что при изслѣдованіяхъ, которыя ведутся указаннымъ способомъ, легко могутъ вкрасться значительныя ошибки. Необходима крайняя осторожность въ выводахъ. Въ лучшемъ случаѣ мы только приблизительно набросаемъ картину происхожденія и развитія міровыхъ тѣлъ. И всетаки какая величественная перспектива развертывается при этомъ предъ нашимъ духовнымъ взоромъ! Насколько глубже становятся мысли, съ какими созерцаемъ мы ночное небо, усѣянное звѣздами! Мы представляемъ, какъ всѣ эти системы небесныхъ тѣлъ, какія только можно различить въ самые сильные телескопы, постепенно развиваются и снова нисходятъ въ ночь небытія, чтобы уступить мѣсто новымъ образованіямъ. Нашъ разумъ говоритъ, что, если дано достаточно времени, все небо съ его солнцами, роями звѣздъ и туманными пятнами переживетъ извѣстныя превращенія и дастъ начало новымъ формамъ. Было время, когда мы напрасно стали бы искать взорами этотъ Млечный Путь, который теперь свѣтлою дугой охватываетъ небо и, въ свою очередь, въ грядущемъ наступятъ дни, когда его не будетъ. Быть можетъ, другой Млечный Путь, составленный изъ другихъ звѣздъ и скопленій, протянется по ночной тверди предъ глазами мыслящихъ существъ. Конечно, между этими смѣняющимися состояніями должны пройти такіе періоды времени, предъ которыми безсиленъ самый смѣлый умъ, которые обитателю земли никогда не удастся опредѣлить или измѣрить.

Итакъ, нѣтъ сомнѣнія, что великій организмъ вселенной при своемъ развитіи подверженъ превращеніямъ. Всетаки мыслящему существу никогда не будетъ дано выяснить съ эмпирическою достовѣрностью, простираются ли подобныя превращенія только на отдѣльныя части, такъ что цѣлое никогда не вернется къ своему



28. **Безформенная туманность въ созвѣздіи Золотой Рыбы.**
По Дж. Гершелю.

исходному состоянію, или же отдѣльныя міровыя системы постепенно соединятся въ одно цѣлое, и изъ него разовьется совершенно новая вселенная. Человѣческій духъ особенно охотно остановился бы на послѣднемъ предположеніи. Но пора отъ этихъ вопросовъ, которые не по силамъ человѣку, снова вернуться къ настоящему

и изслѣдовать процессы, которые совершаются при возникновеніи и развитіи отдѣльныхъ системъ.

Вильямъ Гершель настойчиво указывалъ, что громадныя, блѣдныя, безформенныя туманности представляютъ эмбріональныя состоянія солнечныхъ системъ, а, можетъ быть, и звѣздныхъ скопленій. Слѣдовательно, въ ряду формъ, которыя разсѣяны въ небесныхъ пространствахъ, это—образованія наиболѣе юныя. Ихъ нѣжность, безформенность и слабость свѣта заставили Гершеля приписать имъ крайне малую плотность. Чтобы получить представленіе о крайней тонкости этого туманнаго вещества, достаточно вспомнить одинъ фактъ. Въ длину и ширину туманности покрываютъ значительныя пространства, очень часто не уступающія по величинѣ лунному диску; сообразно съ этимъ, и третье измѣреніе, глубина или толщина слоя, также должно быть значительно; тѣмъ не менѣе этотъ туманъ свѣтитъ необыкновенно слабо. Крайне малой плотности соотвѣтствуетъ безформенность. Разъ вещество раздроблено на мельчайшія частицы и разсѣяно на громадномъ пространствѣ, слѣдствія взаимнаго притяженія частицъ, конечно, проявятся позже, чѣмъ при болѣе грубомъ распредѣленіи матеріи. Мы уже говорили, что такія безформенныя, громадныя, крайне блѣдныя туманности являются, вѣроятно, наиболѣе юными образованіями вселенной. Тѣмъ не менѣе, возрастъ ихъ измѣряется, навѣрное, многими милліонами лѣтъ. Съ химическимъ составомъ туманностей могъ познакомить только спектральный анализъ. Сравнительное изслѣдованіе ихъ при помощи сильныхъ телескоповъ могло дать понятіе лишь о самыхъ общихъ физическихъ свойствахъ. Теперь же, сопоставивъ эти данныя съ выводами спектроскопическихъ изслѣдованій, мы можемъ придти къ важнымъ заключеніямъ. Геггинсъ первый анализировалъ свѣтъ туманностей и призналъ, что это—громадныя скопленія раскаленныхъ газовъ, главнымъ образомъ, водорода и азота. Дальнѣйшія изысканія показали, что, если сопоставить ихъ съ солнцемъ, температура ихъ низка, а плотность необыкновенно мала. Но туманности, подвергнутыя спектроскопическому изслѣдованію, свѣтятъ ярче другихъ, значитъ, достигли уже извѣстной степени сгущенія. Плотность же тѣхъ громадныхъ, разсѣянныхъ массъ тумана, которыя даже въ 40-футовый телескопъ Гершеля представлялись въ видѣ необыкновенно слабаго мерцанія, должна быть такъ ничтожна, что намъ трудно представить ее.



29. **Безформенная туманность въ Стрѣльцѣ.**
По Ласселю.

Первыя изслѣдованія Геггинса относились къ яркой и довольно крупной туман-

ТАБЛИЦА I.

Демббелева туманность въ Лисицѣ.
По Дж. Гершелю.



Крабовидная туманность въ Тельцѣ.
По Россу.

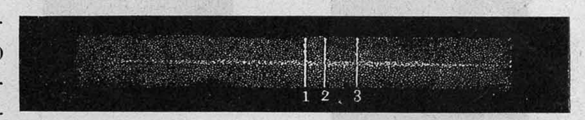
ности, которая въ общемъ каталогѣ Гершеля обозначена номеромъ 4 374. Въ 1860 году она занимала слѣдующее положеніе на небѣ:

прямое восхожденіе—17 ч. 59 м.,

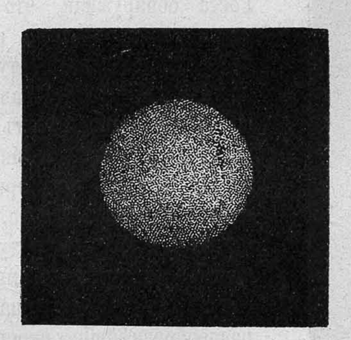
разстояніе отъ сѣвернаго полюса—115°1′.

Эта туманность пережила уже первые моменты развитія. Прошло, быть можетъ, много милліоновъ лѣтъ, пока она сгустилась до настоящаго состоянія вслѣдствіе притяженія и лучеиспусканія.

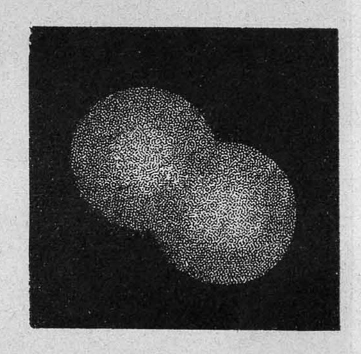
Не слѣдуетъ однако думать, что массы разсѣяннаго тумана всегда стягиваются въ одно свѣтлое облако. Вѣроятно, въ большинствѣ случаевъ образуется нѣсколько отдѣльныхъ центровъ тяготѣнія, и вся масса распадается на большое число обрывковъ. Уже Гершель старшій замѣчаетъ, что очень многія туманности расположены группами или слоями. Въ своей первой работѣ о строеніи неба онъ описываетъ группу туманностей, настолько богатую, что въ теченіе 36 минутъ, вслѣдствіе суточнаго вращенія неба, чрезъ поле зрѣнія его телескопа прошло не менѣе 31 облака, которыя всѣ отчетливо выдѣлялись на синевѣ небеснаго свода. Допустимъ, что первоначальная масса мірового тумана раздѣлилась на отдѣльныя части съ соотвѣтствующими центрами тяготѣнія. Эти части будутъ притягиваться другъ къ другу и двигаться вокругъ общаго центра всей системы, или же они долж-



30. **Спектръ туманности**.
Съ перваго рисунка Геггинса.



31. **Планетарная туманность**.



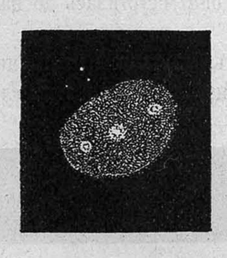
32. **Двойная туманность**.

ны обладать извѣстнымъ собственнымъ движеніемъ по прямой линіи. Существуютъ туманности, настолько сближенныя, что въ каталогахъ ихъ описываютъ подъ именемъ двойныхъ и кратныхъ. Если приписать ихъ частямъ взаимную связь, во вселенной окажется значительное число системъ, составленныхъ изъ туманныхъ массъ. Внутри ихъ должны совершаться движенія вокругъ общаго центра тяжести, хотя мы не можемъ еще доказать ихъ на основаніи наблюденій.

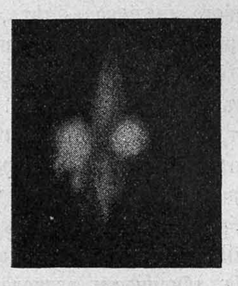
Особенно интересны **спиральныя туманности**. Онѣ были открыты съ помощью громаднаго зеркальнаго телескопа лорда Росса. Первую изъ нихъ Россу удалось различить весною 1845 г.; Джонъ Гершель наблюдалъ ее въ менѣе сильный телескопъ и описалъ какъ шарообразную туманную массу, охваченную далеко отодвинутымъ свѣтлымъ кольцомъ.



33. **Двойная туманность со звѣздою въ срединѣ.** № 1520 по Катал. Дж. Гершеля.

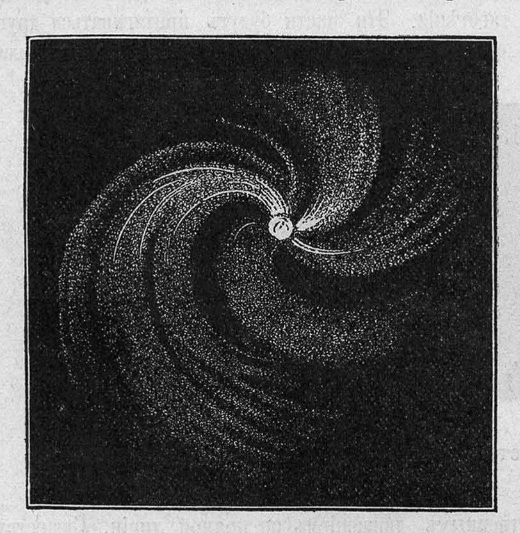


34. **Туманность съ тремя ядрами.**



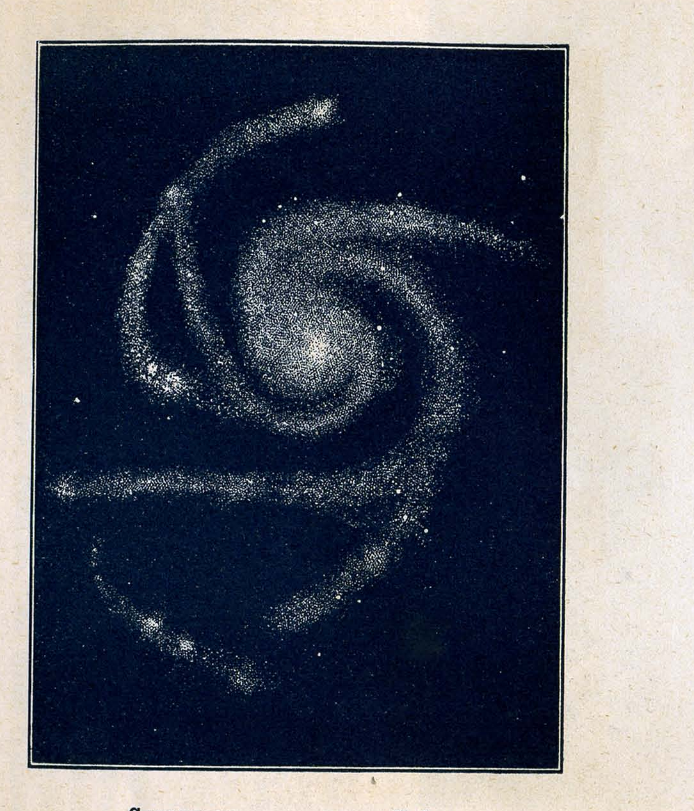
35. **Четверная туманность.** № 1567 по Катал. Дж. Гершеля.

Еще шестого октября 1784 г. В. Гершель разсматривалъ въ семифутовый рефлекторъ одну туманность, занесенную въ его большой каталогъ подъ № 4 964. Онъ описалъ ее, какъ свѣтлый, круглый, хорошо ограниченный планетарный дискъ около 15″ въ діаметрѣ. Позднѣйшія работы Ласселя и Росса обнаружили, что это пятно представляетъ переходъ къ спиральнымъ туманностямъ. Геггинсъ нашелъ, что спектръ ея состоитъ изъ четырехъ свѣтлыхъ линій, которыя доказываютъ присутствіе водорода и азота. Все строеніе этого класса туманностей наводитъ на мысль, что внутри ихъ совершаются разнообразнѣйшіе перевороты. Исполинскіе потоки раскаленной матеріи направляются къ центральной массѣ, описывая громадныя спирали и обнаруживая вращательныя и вихревыя движенія. Представимъ, что вся солнечная система обратилась въ раскаленный газъ и огненные, газообразные потоки стремятся по спиралямъ къ центральной массѣ. Явленія, которыя происходятъ внутри туманностей, еще грандіознѣе и величавѣе.



36. **Спиральная туманность въ созвѣздіи Дѣвы.**

ТАБЛИЦА II.



Спиральная туманность Цефея.
По Россу.



Спиральная туманность Льва.
По Россу.

Наибольшей извѣстностью пользуется спиральная туманность въ созвѣздіи Гончихъ Собакъ. Въ небольшую зрительную трубу ее можно различить, какъ туманное пятнышко, расположенное на 3° южнѣе звѣзды η изъ созвѣздія Большой Медвѣдицы. Ея мѣсто на небѣ точнѣе опредѣляется слѣдующими данными: прямое восхожденіе 13 ч. 24 м., склоненіе къ сѣверу 47°52′. Эта туманность открыта Мессье 13-го октября 1773 года. Онъ изобразилъ ее двойною, съ блестящимъ центромъ и съ діаметромъ въ $4^{1}/_{2}{}'$. Лучше разсмотрѣлъ это міровое тѣло В. Гершель. По его описанію, это—круглая, свѣтлая туманность, окруженная кольцомъ



37. **Спиральная туманность въ созвѣздіи Гончихъ Собакъ.**
По Россу.

и сопровождаемая на извѣстномъ разстояніи другою туманностью. Наконецъ, лордъ Россъ изслѣдовалъ туманность въ свой гигантскій телескопъ и нарисовалъ ее въ видѣ блестящей спирали. Позднѣе примѣнили фотографію; получилось изображеніе, напоминающее въ общихъ чертахъ рисунокъ Росса.

Мы уже упоминали планетарную туманность въ созвѣздіи Дракона, обозначенную № 4 374. Это-та самая туманность, свѣтъ которой былъ впервые изслѣдованъ Геггинсомъ. Она снова была изучена проф. Гольденомъ съ помощью громаднаго Ликовскаго рефрактора. Были пущены въ ходъ увеличенія отъ 270 до 2 000 разъ. Получилось изображеніе замѣчательно ясное. Оказалось, что данная туманность составлена изъ колецъ, расположенныхъ одно надъ другимъ въ видѣ спирали.

Затѣмъ на обсерваторіи Лика изслѣдовали планетарную туманность въ созвѣздіи Водолея. Она отмѣчена № 4 628. Обнаружились яркія извилины. Бросается въ глаза сходство съ туманностью въ Драконѣ. Такихъ туманностей много; число ихъ возростаетъ по мѣрѣ того, какъ увеличивается сила телескоповъ, примѣняемыхъ для ихъ изученія. Очень вѣроятно, что въ нихъ мы созерцаемъ дальнѣйшую стадію въ исторіи міровъ: можно уже отмѣтить значительное приближеніе къ тому состоянію, въ какомъ мы видимъ нашу солнечную систему. Вещество въ нихъ охвачено вращательнымъ движеніемъ; вмѣстѣ съ силою тяжести это движеніе, въ концѣ концовъ, должно привести къ образованію шарообразныхъ міровыхъ тѣлъ, которыя будутъ кружиться около общаго центра тяготѣнія.



38. **Спиральная туманность въ Гончихъ Собакахъ.**

По фотографіи Готарда.

Порядокъ развитія указанъ Кантомъ и Лапласомъ.

При вращеніи туманности развивается центробѣжная сила, которая стремится отбросить частицы отъ центра. Чѣмъ быстрѣе вращеніе, тѣмъ она больше. Вотъ почему ея дѣйствіе сильнѣе всего проявляется въ плоскости экватора. Туманность сплющивается. Между тѣмъ раскаленная масса туманности охлаждается. Происходитъ сжатіе, и частицы приближаются къ центру. Отъ этого скорость вращенія возростаетъ, центробѣжная сила увеличивается и, наконецъ, у крайнихъ частицъ, расположенныхъ въ плоскости экватора, беретъ перевѣсъ надъ силою тяготѣнія. Что-же выйдетъ? Всѣ эти частицы отдѣлятся отъ туманности; изъ нихъ составится громадное газообразное кольцо, которое будетъ свободно вращаться въ прежнемъ направленіи. Граница туманности отодвинется ближе къ центру. Новое сжатіе дастъ начало новому поясу газовъ. Такимъ образомъ, первоначальная масса туманности можетъ распасться на рядъ колецъ.

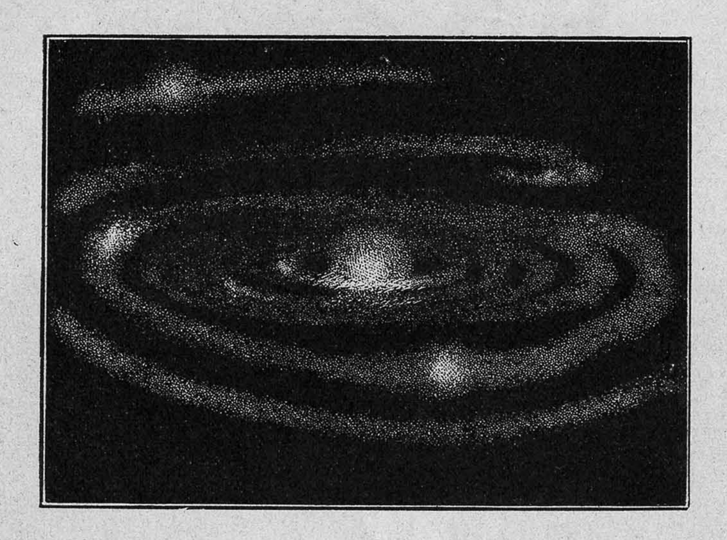
Разсмотримъ одинъ такой поясъ. Если охлажденіе и сгущеніе во всѣхъ его частяхъ будетъ совершаться правильно и равномѣрно, онъ обратится въ кольцо. Это—случай рѣдкій. Солнечная система представляетъ только одинъ примѣръ такого явленія: кольцо Сатурна. Чаще кольцо разрывается на нѣсколько массъ, которыя продолжаютъ нестись вокругъ центра по сходнымъ орбитамъ. Такъ могла произойти



39. Кантъ.

толпа малыхъ планетъ, движущихся вокругъ солнца между Марсомъ и Юпитеромъ. Но если одна изъ этихъ массъ окажется достаточно сильною, чтобы притянуть къ себѣ другія, все вещество кольца соберется въ одинъ громадный шаръ. Произойдетъ крупная планета. Наружныя частицы ея движутся быстрѣе внутреннихъ, быстрѣе тѣхъ, которыя ближе къ центру туманности; отсюда возникаетъ вращеніе планеты въ прямомъ направленіи.

Прослѣдимъ дальнѣйшую судьбу такой газообразной планеты. Внутри ея появится ядро; оно будетъ рости вслѣдствіе сгущенія окружающей его атмосферы. Въ этомъ состояніи планета походитъ на первичную туманность. При вращеніи планеты будутъ отдѣляться кольца; они дадутъ начало спутникамъ. Исторія планеты будетъ повтореніемъ исторіи всего солнечнаго міра.



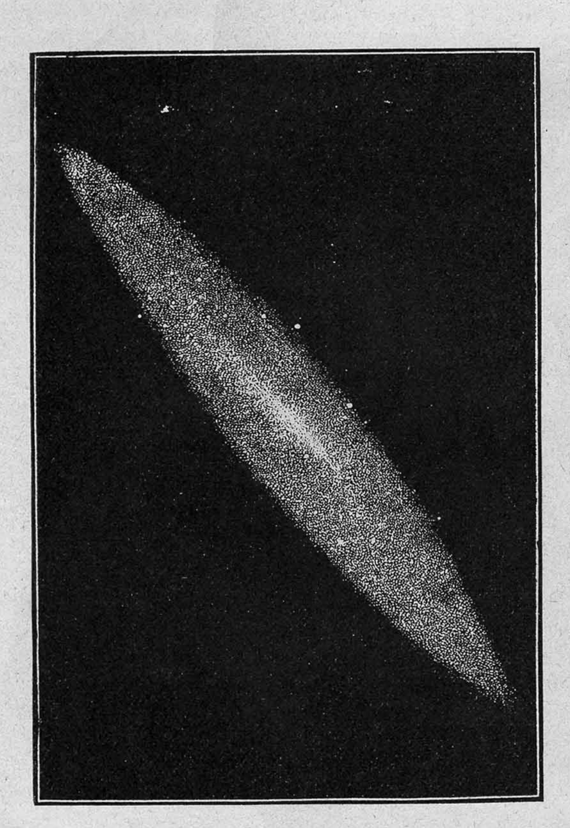
40. **Превращеніе туманности въ солнечную систему—по Канту и Лапласу.**

Поразительно, съ какими простыми средствами природа создаетъ міры, которые должны существовать миріады лѣтъ. Шаровидная туманность, ея вращеніе около оси, сжатіе вслѣдствіе лучеиспусканія—вотъ все, что требуется для образованія солнечной системы! Шаровидная туманность образуется изъ безформенныхъ скопленій мірового тумана подъ вліяніемъ притяженія. Вращеніе происходитъ, потому что потоки туманной матеріи устремляются къ центру, и потому что лучеиспусканіе совершается неравномѣрно въ различныхъ направленіяхъ. Сжатіе при охлажденіи—это общее физическое свойство вещества. Такъ просты средства, съ которыми природа достигаетъ своихъ цѣлей. Всетаки еще недавно теорія, изложенная здѣсь, разсматривалась, какъ очень остроумная гипотеза,—и только, не болѣе. Самъ Лапласъ, съ именемъ котораго обыкновенно связываютъ эту гипотезу, повидимому, не представлялъ всего ея значенія, потому что, посвятивши ей нѣсколько словъ, онъ послѣ никогда не возвращался къ ней.



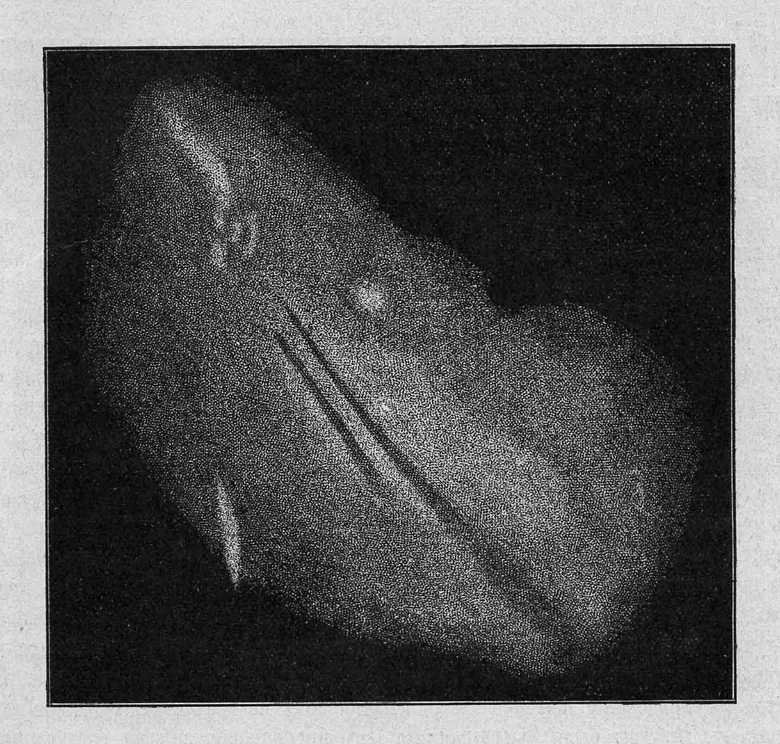
41. **Лапласъ.**

Въ послѣдніе годы фотографіи удалось подтвердить эту теорію открытіемъ, котораго никто не ждалъ. Въ созвѣздіи Андромеды есть туманное пятно, которое можно различить даже простымъ глазомъ: оно представляется тогда тускло мерцающею звѣздочкою. Еще въ X столѣтіи объ этой туманной звѣздѣ упоминаетъ персидскій астрономъ Суфи; изъ западныхъ ученыхъ первый изслѣдовалъ ее Симонъ Маріусъ 15 декабря 1612 года. Позднѣйшіе наблюдатели до Гершеля знали объ этой туманности очень мало: знали, что у ней продолговатая, веретенообразная форма, и что средина ея свѣтится очень ярко. В. Гершель думалъ, что эту среднюю часть удастся разложить на звѣзды. Въ 1848 г. Бондъ изслѣдовалъ туманность въ 15-дюймовый рефракторъ: ему удалось различить въ ея предѣлахъ до 1 500 звѣздочекъ. Онъ полагалъ, что вся она составлена изъ отдѣльныхъ звѣздъ, что въ ней нѣтъ туманнаго вещества въ собственномъ смыслѣ. Чрезъ ея массу тянулись двѣ темныхъ полосы; ихъ удалось разсмотрѣть и другому наблюдателю. Спектроскопъ показалъ, что эта туманность обладаетъ непрерывнымъ спектромъ; въ этомъ обнаруживалось сходство съ неподвижными звѣздами, такъ какъ спектръ газообразныхъ туманностей всегда состоитъ изъ нѣсколькихъ свѣтлыхъ линій. Отсюда приходилось заключить, что туманность Андромеды, дѣйствительно, представляетъ звѣздное скопленіе, которое только вслѣдствіе громаднаго разстоянія кажется намъ туманнымъ пятномъ. Въ концѣ августа 1885 г. близъ центра туманности вспыхнула довольно яркая звѣзда; она свѣтилась въ теченіе многихъ мѣсяцевъ и, наконецъ, опять исчезла. Была ли она въ связи съ туманностью, или просто оказалась въ пространствѣ между нею и глазомъ наблюдателя,—эти вопросы не были выяснены наблюденіемъ; оба взгляда нашли сторонниковъ.



42. **Туманность Андромеды въ телескопъ.**

И вотъ 29-го декабря 1888 г. любитель астрофотографіи Робертсъ въ Ливерпулѣ получилъ снимокъ съ туманности Андромеды. Фотографическая пластинка была выставлена въ фокусѣ зеркальнаго телескопа съ 20-дюймовымъ діаметромъ въ теченіе 4 часовъ. Результатъ былъ поразительный. На снимкѣ можно различить безчисленное множество звѣздъ, окружающихъ туманность. Никакія зрительныя трубы, ни рефракторы, ни рефлекторы не могли обнаружить присутствія этой толпы звѣздъ; только Бонду въ 1848 г. удалось разсмотрѣть до 1500 звѣздъ внутри туманности и около нея. Вліяніемъ этихъ звѣздъ объясняется непрерывность спектра. Ясно, что



43. **Туманность Андромеды по Бонду**.

полученный спектръ принадлежалъ имъ, а не самой туманности. Но всего важнѣе указанія относительно строенія даннаго пятна. На фотографической пластинкѣ отчетливо видно, что эта громадная туманность состоитъ изъ колецъ, окружающихъ свѣтлый центръ, и что вся она расположена въ пространствѣ нѣсколько наискось относительно нашей линіи зрѣнія. На нѣкоторыхъ кольцахъ замѣтны клубки туманнаго вещества; получается такое впечатлѣніе, какъ если бы на этихъ кольцахъ началось образованіе отдѣльныхъ планетъ. Однимъ словомъ: фотографія Робертса показываетъ намъ туманность Андромеды какъ разъ въ томъ видѣ, какой, по гипотезѣ Лапласа, должна была представлять наша солнечная система, когда кольца первичной туманности начали превращаться въ отдѣльныя планеты. Направо отъ глав-

ной массы туманности Андромеды виднѣется клубокъ туманнаго вещества; можно принять, что это—спутникъ, уже успѣвшій отдѣлиться отъ нея.

Мы видимъ здѣсь природу въ моментъ происхожденія новаго міра. Туманность Андромеды — та Лапласовская масса, изъ которой разовьется этотъ міръ. Мы можемъ отнынѣ указывать на этотъ зародышъ міровой системы, который самъ отпечатлѣлъ свое изображеніе и исторію своего развитія на фотографической пластинкѣ. Ученіе Канта-Лапласа отнынѣ не гипотеза, а научно доказанный фактъ, и человѣкъ можетъ съ гордостью сказать, что ему удалось освѣтить процессы, которые совершаются при образованіи міровъ.

Всѣ эти факты и соображенія не позволяютъ сомнѣваться, что изъ туманныхъ пятенъ съ теченіемъ времени развиваются неподвижныя звѣзды съ планетными системами. Почему же разные моменты этой исторіи развитія существуютъ въ небесномъ пространствѣ одновременно? Почему не всѣ туманности обратились въ неподвижныя звѣзды? Было бы легкомысленно сказать, что съ появленіемъ вселенной не прошло достаточно времени, чтобы туманности могли сдѣлаться звѣздами. Но, въ такомъ случаѣ, неизбѣжно приходимъ къ заключенію, что развитіе міровыхъ тѣлъ представляетъ извѣстный круговоротъ: туманности переходятъ въ звѣзды, а изъ звѣздъ снова образуются туманности, конечно, съ тѣмъ разсѣяніемъ энергіи, на которое указываетъ ученіе Клаузіуса объ энтропіи. Но какимъ путемъ міровое тѣло, подобное неподвижной звѣздѣ, можетъ снова обратиться въ туманную массу? Очевидно, только чрезъ столкновеніе съ другимъ тѣломъ. Въ этомъ случаѣ живая сила превращается въ теплоту, вещество обоихъ тѣлъ нагрѣвается до такой степени, что обращается въ газъ и расширяется въ туманный шаръ огромныхъ размѣровъ. Математическія вычисленія показываютъ, что при этихъ обстоятельствахъ стремленіе матеріи расшириться можетъ быть очень значительно: отдѣльные атомы могутъ совсѣмъ разсѣяться, когда они переходятъ извѣстную границу съ опредѣленными скоростями и продолжаютъ затѣмъ равномѣрное движеніе въ міровомъ пространствѣ.

Если указанная граница не перейдена, образуется громадный шаръ изъ крайне тонкой матеріи. Какъ высока его температура, это зависитъ отъ массы и скорости столкнувшихся тѣлъ. Она можетъ быть такъ высока, что туманность сдѣлается раскаленною; во всякомъ случаѣ, это состояніе наступитъ, когда начнется сжатіе. Такъ является то образованіе, которое мы разсматриваемъ на небѣ, какъ туманное пятно. Повидимому, мы уже были свидѣтелями такого превращенія звѣзды въ туманность. Въ 1876 г., въ созвѣздіи Лебедя внезапно засвѣтилась звѣзда, которая обнаружила крайне сложный спектръ. По мѣрѣ потуханія звѣзды онъ перешелъ въ спектръ планетарной туманности. Эта блѣдная свѣтящаяся точка непремѣнно была бы описана, какъ планетарная туманность, если бы не была извѣстна исторія ея появленія. Ничто не мѣшаетъ принять, что въ этомъ случаѣ, дѣйствительно, произошло столкновеніе двухъ звѣздъ, образовался туманный шаръ изъ раскаленныхъ газовъ, и, такимъ образомъ, въ далекихъ областяхъ вселенной возникъ зародышъ новой міровой системы.



44. **Туманность Андромеды по фотографіи Робертса.**

IV.

Солнце.

Зависимость органической жизни на землѣ отъ физическихъ состояній солнца.— Какъ вычислить механическую силу, изливаемую солнцемъ въ видѣ теплоты.— Разстояніе и величина солнца.—Солнечныя пятна, продолжительность вращенія солнечнаго шара.—Періодическія измѣненія въ числѣ пятенъ.—Теорія солнечныхъ пятенъ, развитая Целльнеромъ.—Солнечные факелы.—Отношенія между земными явленіями и перемѣнами въ числѣ пятенъ.—Протуберанцы и примѣненіе спектральнаго анализа къ ихъ изслѣдованію.—Хромосфера.— Форма протуберанцевъ.—Теоріи пятенъ Шперера, Секки и Фая.—Движенія протуберанцевъ и температура верхнихъ слоевъ солнечной массы.—Запасъ силы, скрытой въ солнцѣ, долженъ съ теченіемъ времени истощиться.

Представьте громадную шарообразную туманность, простиравшуюся гораздо дальше орбиты Нептуна. Изъ нея развилась наша планетная система, изъ нея образовалось солнце. Его неимовѣрно-высокая температура—только остатокъ гораздо бо̀льшихъ запасовъ теплоты, происшедшихъ при сжатіи обширной туманности. Редтенбахеръ попытался вычислить начальную температуру солнца и планетъ. Конечно, его опредѣленіе основано на извѣстныхъ гипотетическихъ предположеніяхъ и не можетъ считаться безусловно-точнымъ. Тѣмъ не менѣе оно можетъ дать общее понятіе о вопросѣ. Начальная температура солнца равнялась, по Редтенбахеру, 178 милліонамъ градусовъ, температура Юпитера $1^2/_3$ милліона градусовъ и температура земли—55 000 градусовъ. Понятно, почему поверхность земли давно уже охладилась, въ то время какъ Юпитеръ остается раскаленнымъ, а солнце и теперь съ неимовѣрной щедростью изливаетъ въ пространство потоки свѣта и теплоты.

Обратимся къ далекому прошлому, когда главнымъ проявленіемъ силъ, заключенныхъ въ матеріи, было движеніе массъ. Ясно, что это движеніе, по истеченіи неопредѣленно большого промежутка времени, должно было привести къ тепловымъ явленіямъ: цѣликомъ или отчасти оно превращалось въ теплоту, потому что самое естественное и полное превращеніе движенія—это именно переходъ въ теплоту. Благодаря такому превращенію, и произошелъ тотъ раскаленный газообразный шаръ, которому обязана своимъ существованіемъ наша солнечная система. Первоначальное движеніе было вполнѣ превращено здѣсь въ теплоту. Пока отдѣльныя планеты сохраняли остатокъ начальнаго жара, онѣ владѣли самостоятельнымъ источникомъ физической силы. Но какъ только этотъ жаръ исчезъ, единственнымъ источникомъ силы оказалось солнце. Для земли уже милліоны лѣтъ назадъ наступилъ періодъ безсилія, которое вызывается отсутствіемъ собственной теплоты; для нея солнце—источникъ всѣхъ силъ. Самое существованіе земли, какъ самостоятельной планеты, зависитъ отъ солнца, потому что она отдѣлилась отъ его массы и чрезъ милліоны лѣтъ вернется туда же, чтобы кончить пожаромъ, какъ начала среди пожара. Но этого мало: все существованіе рода человѣческаго непосредственно обусловлено физическими состояніями

солнца; современная наука выяснила здѣсь такія отношенія, какихъ не подозрѣвали ранѣе. Всѣ механическія силы, какія дѣйствуютъ на землѣ: сила воды, которая вертитъ колесо мельницы, сила вѣтра, сила пара, которая съ быстротой вихря мчитъ по желѣзнымъ рельсамъ тяжелый поѣздъ, сила вьючнаго животнаго и благороднаго коня, наконецъ, сила человѣка, которая проявляется въ его тѣлесной и духовной дѣятельности,—всѣ эти силы исходятъ изъ солнца, всѣ онѣ изливаются на нашу холодную землю съ лучами свѣта и теплоты. „Потокъ этихъ силъ, льющійся на землю“, говоритъ Робертъ Майеръ, „это—постоянно заведенная пружина, которая поддерживаетъ весь круговоротъ движеній, совершающихся на земной поверхности“. Земля непрерывно теряетъ большія количества силы, излучая ихъ въ міровое пространство въ видѣ волнообразныхъ движеній; понятно, на ея поверхности быстро воцарился-бы смертельный холодъ, если бъ не это постоянное возмѣщеніе потерь.

Много ли силы или энергіи ежедневно изливается солнцемъ въ міровое пространство? Чтобы дать приблизительное понятіе объ этомъ, я хочу показать, какъ производятся такіе разсчеты.

Теплоту измѣряютъ калоріями. Такъ называется количество теплоты, способное нагрѣть 1 килограммъ воды на 1° по Цельсію.

Извѣстно, что теплоту можно превратить въ механическую силу; при этомъ между ними сохраняется вполнѣ опредѣленное отношеніе. Единицѣ теплоты соотвѣтствуетъ, приблизительно, 440 килограммометровъ работы; это значитъ: единица теплоты, или калорія, переходя въ работу, можетъ поднять 440 киллограммовъ на высоту одного метра. Число килограммометровъ работы, равнозначущее единицѣ теплоты, называется механическимъ эквивалентомъ теплоты.

Точныя изслѣдованія Ланглея показываютъ, что каждый квадратный сантиметръ солнечной поверхности излучаетъ въ секунду, по меньшей мѣрѣ, 3 калоріи.

Ясно, что эти 3 калоріи способны произвести работу 1 320 килограммометровъ.

Обыкновенно работа измѣряется лошадиными силами: каждые 75 килограммометровъ составляютъ одну лошадиную силу. Значитъ 1 320 килограммометровъ равны, приблизительно, 16 лошадинымъ силамъ.

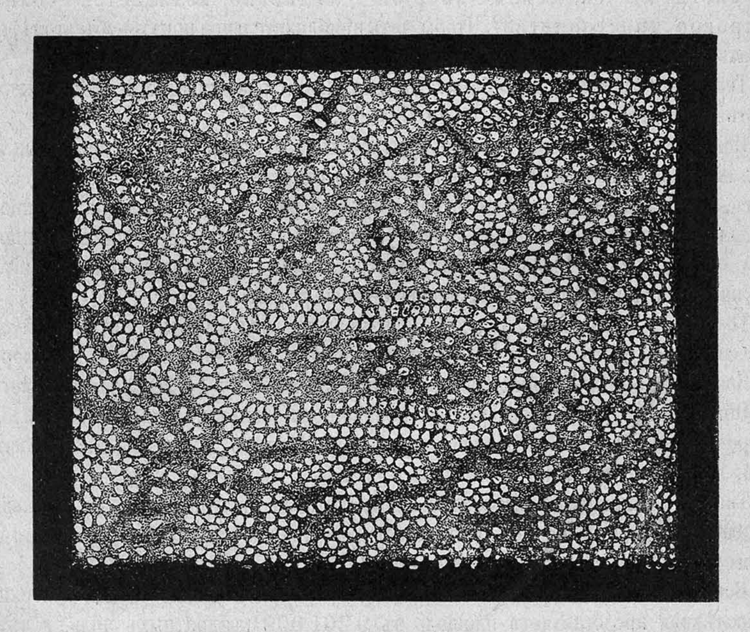
Таково механическое выраженіе силы, которая излучается каждымъ квадратнымъ сантиметромъ солнечной поверхности въ теченіе секунды. Одинъ квадратный метръ даетъ въ теченіе секунды 160 000 лошадиныхъ силъ.

Вспомнимъ, что поверхность солнца въ 11 600 разъ больше земной поверхности. Эта послѣдняя представляетъ площадь въ 9 261 000 квадратныхъ миль, и въ каждой квадратной милѣ 55 060 000 квадратныхъ метровъ. Перемножимъ всѣ эти числа, помножимъ произведеніе на 160 000, и у насъ получится механическій эквивалентъ солнечнаго излученія, выраженный въ лошадиныхъ силахъ. Эта масса энергіи непрерывнымъ потокомъ изливается въ міровое пространство въ видѣ теплоты. Представимъ, что мы захотѣли бы покрыть потери этого лучеиспусканія, сжигая каменный уголь; пришлось бы ежедневно сжигать объемъ, равный всему земному шару. Только самая ничтожная часть этой теплоты попадаетъ на землю: говоря точно, $\frac{1}{2\,200\,000\,000}$ Но и эта часть неимовѣрно велика, и ею вызываются всѣ движенія на земной поверхности.

Если бъ солнце не посылало землѣ каждую секунду новыхъ и новыхъ силъ въ видѣ свѣтлыхъ и темныхъ тепловыхъ лучей, запасы физическихъ силъ на ея поверх-

ности быстро пришли бы къ концу. Правда, растенія обладаютъ замѣчательной способностью овладѣвать солнечнымъ лучемъ и превращать его силу въ химическое сродство. Благодаря имъ, образовались залежи каменнаго угля, заключающія большой запасъ силы. Но этотъ запасъ быстро истощился бы, если бъ остался единственнымъ. Солнце должно постоянно посылать землѣ новые потоки силы; съ послѣднимъ солнечнымъ лучемъ для всякой жизни и для всѣхъ движеній на земной поверхности наступило бы начало конца.

Если траты теплоты и механической силы такъ громадны и тянутся уже милліоны лѣтъ, невольно возникаетъ вопросъ, сколько времени могутъ продолжаться онѣ. Теперь еще нельзя дать точнаго отвѣта. Принимая во вниманіе физическое состояніе солнца, можно утверждать, что оно переживаетъ теперь такую стадію развитія, которая обезпечиваетъ еще очень много лѣтъ блеска и лучеиспусканія.

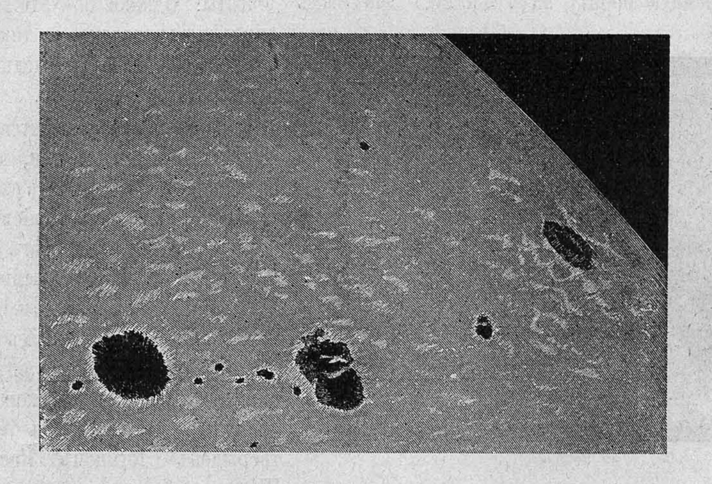


45. **Фотосфера.**
По Геггинсу.

Центръ солнечнаго шара удаленъ отъ центра земли, приблизительно, на 20 000 000 географическихъ миль. Діаметръ солнца равенъ 185 000 географическихъ миль. Его объемъ въ 1 305 000 разъ больше, чѣмъ у земли, и заключаетъ 3 313 билліоновъ кубическихъ миль. Такъ какъ масса солнца въ 331 000 разъ превосходитъ массу земли, ясно, что средняя плотность его составляетъ $^1/_4$ земной. Уже эта малая плотность солнца показываетъ, что оно не можетъ состоять изъ твердаго вещества.

Дѣйствительно, всѣ изысканія приводятъ къ выводу, что наружная оболочка солнца, которой даютъ названіе фотосферы, находится въ состояніи раскаленнаго

газа. Эта фотосфера представляетъ ту часть солнца, которую мы созерцаемъ непосредственно. Въ какомъ состояніи находится матерія ниже ея, внутри солнца, объ этомъ неизвѣстно ничего точнаго. Несомнѣнно, что теплота должна возростать по мѣрѣ углубленія въ массу солнца, и потому плотность вещества должна уменьшаться. Но, рядомъ съ этимъ, быстро увеличивается давленіе выше лежащихъ слоевъ. Раскаленные газы внутри солнца могутъ быть сжаты съ такою страшною силою, что возможно допустить огненно-жидкое состояніе. Конечно, этого нельзя утверждать положительно. Мы не знаемъ даже, какъ, вообще, слѣдуетъ представлять состояніе тѣла, температура котораго измѣряется милліонами градусовъ, способна ли матерія къ такому повышенію температуры; наши наблюденія ничего не говорятъ объ этомъ.

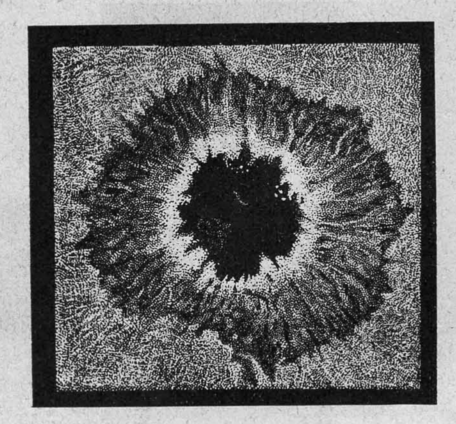


46. **Часть солнечнаго диска съ пятнами и факелами.**

Телескопическое изслѣдованіе солнечнаго диска показываетъ, что онъ покрытъ толпою образованій. Одни изъ нихъ свѣтлѣе, другія—темнѣе основного фона солнечной поверхности. Свѣтлыя образованія носятъ названіе солнечныхъ факеловъ, темныя—солнечныхъ пятенъ. Факелы изслѣдованы мало; всетаки удалось установить, что, вмѣстѣ съ яркими свѣтовыми нитями, образующими сѣть на нѣкоторыхъ мѣстахъ солнечной поверхности, они выступаютъ повсемѣстно: нѣтъ на солнцѣ такой области, гдѣ бы они отсутствовали совершенно. Въ появленіи солнечныхъ факеловъ наблюдается извѣстная періодичность: поясъ, особенно густо усѣянный факелами, въ теченіе періода въ 11 лѣтъ передвигается отъ полюсовъ солнца къ его экватору.

Гораздо лучше изучены солнечныя пятна. Первыми наблюдателями были Фабрицій, Галилей и Шейнеръ. Уже они замѣтили, что пятна движутся по диску отъ востока къ западу, и что требуется 13 дней, чтобы пятно могло передвинуться отъ одного края до другого. Движеніе это поставили въ связь съ вращеніемъ солнца около оси; для полнаго оборота около оси солнцу нужно вдвое больше времени, т.-е.,

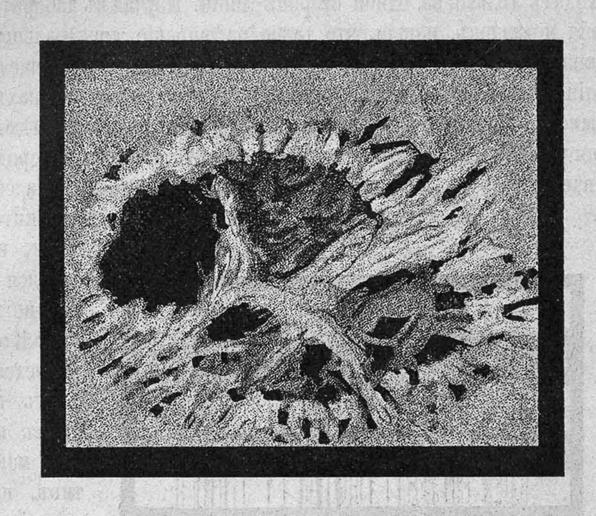
приблизительно, 26 дней. Возьмемъ большой кругъ, который долженъ изображать солнечный дискъ; нанесемъ на него видимые пути солнечныхъ пятенъ. Окажется, что это—эллипсисы. Наибольшую кривизну они обнаруживаютъ около 5-го сентября. Затѣмъ линія пути постепенно выпрямляется, и 5-го декабря мы видимъ ее совершенно прямою; въ это время она наклонена къ плоскости земной орбиты подъ угломъ почти въ 7 градусовъ. Послѣ этого линія снова искривляется, но уже въ противоположномъ направленіи; 5-го марта наблюдается наибольшая кривизна; 5-го іюня линія опять становится прямою. Что же слѣдуетъ отсюда? То, что пятна движутся въ плоскости, не совпадающей съ плоскостью земной орбиты, другими словами: что плоскость солнечнаго экватора наклонена къ плоскости земной орбиты. Уголъ между этими плоскостями достигаетъ величины 7 градусовъ; линія ихъ пересѣченія встрѣчаетъ земную орбиту на 75 и 255 градусахъ долготы. Однако обѣ эти величины опредѣлены далеко не такъ точно, какъ можно было бы ждать на основаніи вышеизложеннаго.



47. **Солнечное пятно**.
Наблюдалось Секки 16 іюля 1866 года.

Причина заключается въ собственномъ движеніи, которымъ обладаютъ пятна, рядомъ съ общимъ вращательнымъ движеніемъ. Уже больше чѣмъ 200 лѣтъ назадъ, іезуитъ Шейнеръ постоянными наблюденіями доказалъ эти собственныя движенія солнечныхъ пятенъ. Южныя пятна, говоритъ онъ, заканчиваютъ свой оборотъ скорѣе, чѣмъ сѣверныя. Этотъ выводъ былъ подтвержденъ Іоганомъ Кассини и Шретеромъ. Но только въ послѣднее время Кэррингтонъ и Шпереръ доставили столь точныя и многочисленныя наблюденія надъ солнечными пятнами, что явилась возможность изслѣдовать закономѣрность въ ихъ собственныхъ движеніяхъ. Найдено, что скорость вращенія отдѣльныхъ зонъ солнечной поверхности тѣмъ меньше, чѣмъ больше эти зоны удалены отъ экватора. Но разъ убываетъ скорость вращенія, должно возростать время, которое требуется имъ для полнаго оборота, продолжительность вращенія. Это слѣдуетъ также изъ спектроскопическихъ наблюденій, которыя были поставлены Дюнеромъ и прямо дали скорость вращательнаго движенія для различныхъ градусовъ широты на поверхности солнца. Оказалось, что поясъ близъ солнечнаго экватора заканчиваетъ вращеніе въ 25,5 дня, подъ 30-мъ градусомъ широты—въ 27,6 дня, подъ 60-мъ—приблизительно, въ 34 дня, подъ 75-мъ—въ 39 дней. Если бъ продолжительность вращенія возростала въ той же степени до самыхъ полюсовъ, пятно, помѣщенное въ ихъ сосѣдствѣ, требовало бы промежутка въ 50 дней, чтобы сдѣлать одинъ оборотъ вокругъ солнца. Такъ ли это, мы не знаемъ: спектроскопическихъ наблюденій по этому вопросу не было поставлено.

Вообще, крупныя пятна никогда не показываются около полюсовъ солнца. Крайне рѣдко являются они и въ сосѣдствѣ съ экваторомъ. Обыкновенно они разсѣяны въ области, расположенной между 5 и 30 градусами широты къ сѣверу и къ югу отъ экватора. Этотъ фактъ былъ отмѣченъ еще Шейнеромъ, который называлъ эту область пятенъ королевскою зоною.



48. Солнечное пятно.
Наблюдалось Секки 23 сентября 1866 года.

Очень часто пятна выступаютъ группами; но собственныя движенія отдѣльныхъ членовъ такой группы не совпадаютъ между собою. Распаденіе группы происходитъ въ нѣсколько пріемовъ и по различнымъ направленіямъ.

Внутри пятна и въ его окрестностяхъ совершаются ужасные перевороты и

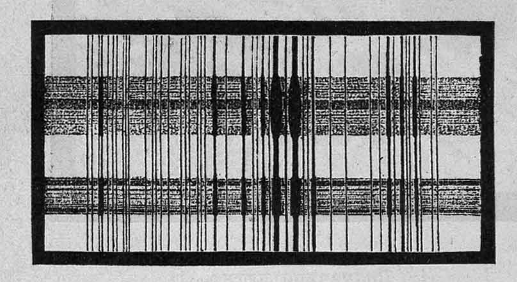


49. Группа солнечныхъ пятенъ.
Съ фотографіи Жансена.

передвиженія. Спектроскопическія наблюденія показываютъ, что вокругъ крупныхъ пятенъ вырываются изъ глубины раскаленные газы со скоростью 30—40 кило-

метровъ въ секунду. Въ спектрахъ пятенъ замѣчается, вообще, усиленіе или расширеніе обыкновенныхъ темныхъ линій солнечнаго спектра; часто это расширеніе происходитъ только на одной сторонѣ линіи. Изучая въ лабораторіяхъ химическія соединенія металловъ, нашли, что такое расширеніе спектральныхъ линій указываетъ на пониженіе температуры. Этотъ выводъ подтверждается еще однимъ обстоятельствомъ: линіи атмосфернаго водяного пара въ нѣкоторыхъ пятнахъ оказались усиленными; можно было принять, что надъ отдѣльными пятнами имѣются даже водяные пары. Иногда въ спектрѣ пятна можно различить свѣтлыя водородныя линіи; этимъ доказывается, что надъ такими пятнами носятся массы раскаленнаго водорода.

Вообще, солнечныя пятна представляютъ крайне интересное поле для наблюденія, но многія явленія, относящіяся къ этой области, далеко еще не изучены.



50. **Спектръ солнечныхъ пятенъ.**

Двѣ сѣрыхъ полосы—спектры двухъ пятенъ. Фраунгоферовы линіи въ нихъ расширены.

Количество пятенъ измѣняется періодически. Бываютъ годы, когда они выступаютъ особенно обильно, — это ихъ максимумъ; иногда, напротивъ, пятенъ совсѣмъ мало, — это ихъ минимумъ. Сообразно съ этимъ, мѣняется, по Шпереру, распредѣленіе пятенъ на солнечномъ дискѣ и величина собственнаго движенія ихъ подъ различными широтами. Какимъ-бы случайнымъ ни казалось намъ происхожденіе и исчезновеніе ихъ, число пятенъ, выступающихъ въ различные годы, слѣдуетъ опредѣленному порядку, подчинено извѣстному періоду. Первый, кто доказалъ это наблюденіями, продолжавшимися безъ перерыва много лѣтъ, былъ Швабе изъ Дессау. Затѣмъ Рудольфъ Вольфъ изъ Цюриха занялся этимъ вопросомъ и съ такою настойчивостью собралъ и обработалъ всѣ наблюденія надъ солнечными пятнами, что, благодаря дѣятельности этого человѣка, мы располагаемъ въ настоящее время довольно точными свѣдѣніями о состояніи пятенъ на поверхности солнца почти съ самаго момента ихъ открытія. Выводъ слѣдующій: численность солнечныхъ пятенъ подчинена періоду въ $11^1/_9$ года. Это значитъ: если теперь число пятенъ наибольшее, такой же максимумъ наступитъ снова чрезъ $11^1/_9$ года, и между этими двумя моментами придется эпоха, когда количество пятенъ будетъ минимальное. Но $11^1/_9$ года это— величина средняя; длина отдѣльныхъ періодовъ—не одинакова и притомъ мѣняется довольно правильно, такъ-что существуетъ періодъ въ періодѣ. Для того, чтобы представить этотъ въ высшей степени интересный фактъ съ необходимой ясностью, я приведу, по Вольфу, годы, на которые приходились максимумы и минимумы солнечныхъ пятенъ. Въ другомъ столбцѣ я покажу, какими промежутками времени были раздѣлены два сосѣдніе максимума или минимума. Данныя выражены въ годахъ и ихъ доляхъ: напримѣръ, 1615,5 означаетъ средину 1615-го года.

Годы максимума пятенъ.	Промежутки между ними, выраженные въ годахъ.	Годы минимума пятенъ.	Промежутки между ними.
1615,5	10,5	1610,8	8,2
1626,0	13,5	1619,0	15,0
1639,5	9,5	1634,0	11,0
1649,9	11,0	1645,0	10,0
1660,0	15,0	1655,0	11,0
1675,0	10,0	1666,0	13,5
1685,0	8,0	1679,5	10,0
1693,0	12,5	1689,5	8,5
1705,5	12,7	1698,0	14,0
1718,2	9,3	1712,0	11,5
1727,5	11,2	1723,5	10,5
1738,7	11,3	1734,0	11,0
1750,0	11,5	1745,0	10,7

Годы максимума пятенъ.	Промежутки между ними, выраженные въ годахъ.	Годы минимума пятенъ.	Промежутки между ними.
1761,5	8,5	1755,7	10,8
1770,0	9,5	1766,5	9,3
1779,5	9	1775,8	9
1788,5	15,5	1784,8	13,7
1804,0	12,8	1798,5	12,0
1816,8	12,7	1810,5	12,7
1829,5	7,7	1823,2	10,6
1837,2	11,4	1833,8	10,2
1848,6	11,6	1844,0	12,2
1860,2	10,4	1856,2	11,1
1870,6	13,3	1867,1	11,9
1883,9		1879,0	

Числа второго и четвертаго столбца выражають длину отдѣльныхъ періодовъ. Если разсмотримъ ихъ внимательнѣе, увидимъ, что они измѣняются съ нѣкоторою правильностью. Самый длинный періодъ приходился между 1788 и 1804 годами и равнялся 15 1/2 годамъ. За нимъ, между 1829 и 1837 годами, слѣдовалъ самый короткій—въ 7 7/10 года. Предыдущій кратчайшій періодъ продолжался отъ 1761 до 1770 года. Слѣдовательно, отъ 1761 до 1788 года длина періодовъ постепенно увеличивалась, послѣ же этого до 1829 года постепенно убывала. Періодъ періодовъ равняется, судя по этимъ даннымъ, 67—68 годамъ. Менѣе точныя опредѣленія, обнимающія промежутокъ отъ 1650 до 1770 г., приводятъ къ иному выводу, и Рудольфъ Вольфъ опредѣлилъ сначала длину главнаго періода въ 55 1/2 лѣтъ. Изслѣдованія Горнштейна дали величину 69,73 года. Она близка къ величинѣ, найденной мною раньше; ее подтверждаетъ также новѣйшая работа Вольфа, при которой онъ принялъ во вниманіе рядъ древнихъ наблюденій надъ солнечными пятнами, произведенныхъ въ Китаѣ; въ концѣ концовъ, онъ пришелъ къ убѣжденію, что главный періодъ солнечныхъ пятенъ обнимаетъ или 67, или 88 лѣтъ. Придется ждать до конца этого столѣтія, чтобы получить необходимыя данныя для точнаго рѣшенія вопроса, какую длину имѣетъ главный періодъ солнечныхъ пятенъ.

4*

Какая же причина вызываетъ періодическія измѣненія въ числѣ пятенъ? Какими физическими свойствами обладаютъ, вообще, эти образованія? Чтобы отвѣтить на первый вопросъ, необходимо, повидимому, рѣшить второй. По крайней мѣрѣ, ясно, что разъ не найдено космической причины для измѣненій въ числѣ пятенъ, приходится объяснять это явленіе состояніями, которыя даны въ солнцѣ и въ самихъ пятнахъ. Но сколько ни искали внѣ солнца такихъ вліяній, которыя могли бы увеличивать или уменьшать число пятенъ, ихъ нельзя указать съ точностью. Если не прибѣгать къ рискованнымъ гипотезамъ, мы не можемъ въ настоящее время объяснять данное явленіе причинами, лежащими внѣ солнца.

Нужно сдѣлать попытку: не удастся ли вывести его изъ состояній, которыя связаны съ физическимъ устройствомъ самого солнца. Для этого мы должны нѣсколько ближе ознакомиться со свойствами солнечныхъ пятенъ.

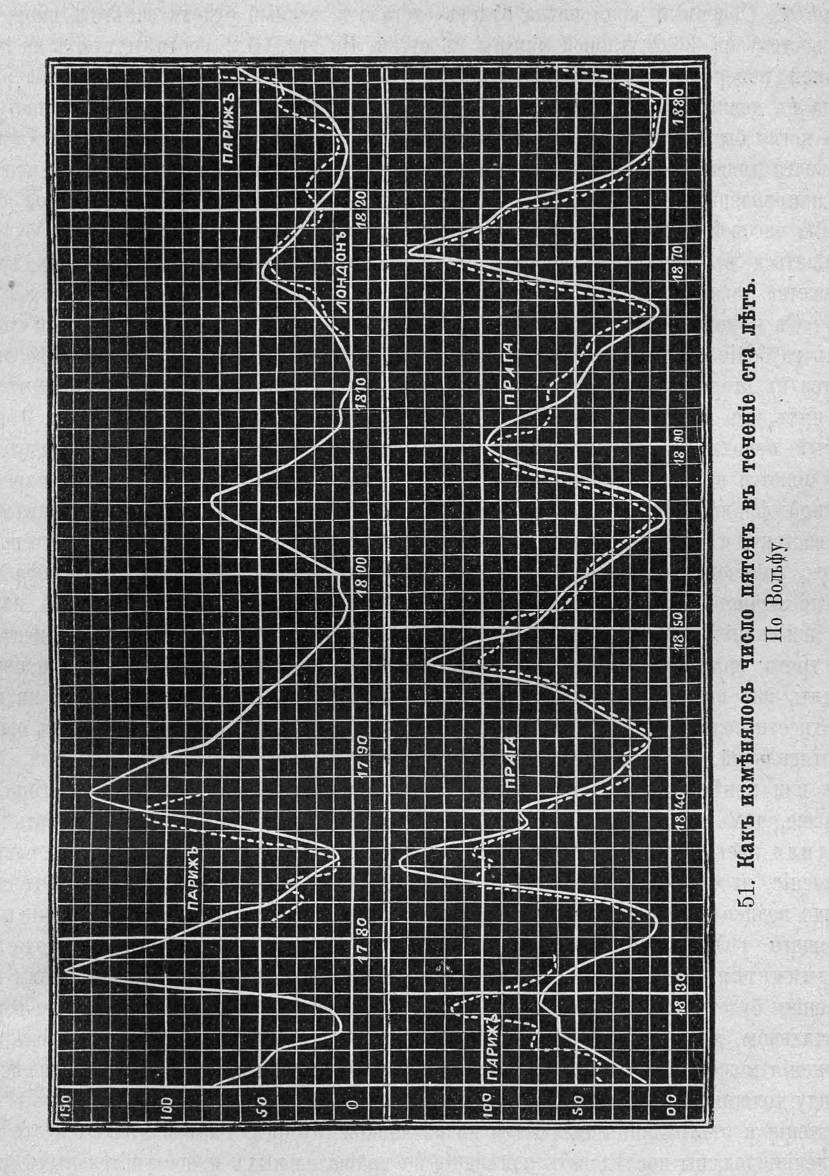
Я не намѣренъ давать здѣсь историческій очеркъ различныхъ гипотезъ относительно природы солнечныхъ пятенъ. Отмѣчу только, что тѣ воззрѣнія, которыя до начала второй половины нашего столѣтія принимались за истинныя, въ настоящее время единогласно признаны ошибочными. Большое вліяніе оказали данныя спектральнаго анализа. Нѣмецкій физикъ Кирхгофъ первый осмѣлился напасть на гипотезу относительно строенія солнца и его пятенъ, которая господствовала до него въ астрономіи. По его выраженію, она стояла въ такомъ противорѣчіи съ точными физическими знаніями, что „ее слѣдовало бы отвергнуть даже въ томъ случаѣ, если бы, помимо нея, мы совершенно не могли уяснить явленія солнечныхъ пятенъ“. Кирхгофъ принималъ солнечныя пятна за облака, которыя носятся въ раскаленной атмосферѣ солнца. Въ этой атмосферѣ, говорилъ онъ, должны происходить тѣ-же процессы, что и въ нашей земной: мѣстныя пониженія температуры должны давать поводъ къ образованію облаковъ. Гипотеза Кирхгофа была подтверждена наблюденіями Шперера, и, по крайней мѣрѣ, сравнительно съ прежними воззрѣніями, казалась вполнѣ правдоподобною.

Позднѣе остроумный астрофизикъ Цилльнеръ выставилъ и обосновалъ теорію, по которой солнечныя пятна это—шлаковидные продукты на огненно-жидкой поверхности солнца. Въ настоящее время эта теорія представляется очень вѣроятною: быть можетъ, она ближе всѣхъ другихъ подходитъ къ истинѣ. Солнечныя пятна это—или облачныя, или шлаковидныя образованія; едва ли есть основанія видѣть въ нихъ что-нибудь иное.

Какое же изъ этихъ двухъ предположеній истинное?

Цельнеръ обратилъ вниманіе на одно обстоятельство, которое облегчаетъ выборъ. Скорость вращательнаго движенія на солнечной поверхности неодинакова подъ различными градусами широты. Если-бъ пятна были облачными массами, плавающими въ атмосферѣ солнца, они казались бы вытянутыми въ направленіи, параллельномъ экватору. Въ самомъ дѣлѣ, представимъ на поверхности солнца двѣ точки: одну на 28-мъ, другую на 30-мъ градусѣ широты. При вращеніи солнца первая движется быстрѣе; разница въ скорости—6,6 угловой минуты. Пройдетъ n дней, и первая точка обгонитъ вторую на $n \times 6{,}6'$. Если облачная масса имѣла въ началѣ діаметръ въ 2°, теперь она вытянется въ полосу длиною $2^{\circ} + n \times 6{,}6'$. Разстояніе между данными точками будетъ постепенно увеличиваться, и полоса мало-помалу приметъ направленіе, параллельное экватору. Ширина ея будетъ на срединѣ

наибольшая. Представимъ теперь, что на солнцѣ явилось совершенно круглое пятно съ діаметромъ въ 2°; будемъ слѣдить за нимъ, пока солнце закончитъ одинъ оборотъ около оси, слѣдовательно, въ теченіе 25 дней: если это пятно—облачная масса,



51. **Какъ измѣнялось число пятенъ въ теченіе ста лѣтъ.**
По Вольфу.

оно должно принять за это время видъ полосы въ $4^3/_4{}^0$ длиною. Наблюдались ли подобныя явленія у солнечныхъ пятенъ?—Не наблюдались, хотя размѣры пятенъ иногда бываютъ больше только-что указанныхъ. Полосъ не образуется, и въ этомъ можно видѣть важный доводъ противъ облачной природы солнечныхъ пятенъ.

У большихъ пятенъ много разъ замѣчали вращательное движеніе; Целльнеръ объясняетъ его просто и изящно. Представимъ, ради простоты, круглое пятно, южный край котораго лежитъ на 25-мъ, а сѣверный на 30-мъ градусѣ сѣверной широты. Сѣверный край пятна будетъ отставать, южный будетъ забѣгать впередъ, къ востоку на 16,2 угловой минуты въ сутки. Но эти 16,2′ соотвѣтствуютъ на солнечной поверхности разстоянію больше, чѣмъ въ 400 миль. Такова суточная разница въ движеніи краевъ нашего пятна. При меньшей связности между его частями оно могло бы распасться. Но такъ какъ этого не наблюдается, излишекъ поступательнаго движенія въ южной части пятна долженъ вызвать его вращеніе около центра въ направленіи: югъ—востокъ—сѣверъ. Это—направленіе, противоположное движенію часовой стрѣлки. Пятно, расположенное на южномъ полушаріи солнца, будетъ вращаться въ обратную сторону: отъ юга чрезъ западъ къ сѣверу,—такъ, какъ движется часовая стрѣлка.

Съ помощью математическаго изслѣдованія Целльнеръ показалъ, что если сравнить глубокіе слои раскаленной жидкости съ поверхностными, первые быстрѣе движутся въ сторону вращенія,—слѣдовательно, отъ запада къ востоку, если смотрѣть на нихъ изъ центра солнца, и отъ востока къ западу, если смотрѣть съ земли. Это—новый поводъ къ вращательному движенію у крупныхъ пятенъ, которыя глубоко внѣдряются въ массу солнца. Представьте пятно значительной величины и шарообразной формы. Нижняя часть такого шара быстрѣе движется по направленію къ востоку, чѣмъ центръ и верхняя половина. Отсюда возникаетъ вращеніе всего шара около горизонтальной оси, лежащей въ направленіи: югъ—сѣверъ. Шарообразное пятно начнетъ вращаться въ сторону, обратную движенію всего солнечнаго шара. По изысканіямъ Целльнера, если подвигаться отъ поверхности солнца къ центру, быстрота вращенія возростаетъ гораздо скорѣе, чѣмъ въ томъ случаѣ, если переходить изъ высокихъ широтъ въ низкія. Слѣдовательно, шаръ, помѣщенный на поверхности солнца, будетъ вращаться около горизонтальной оси быстрѣе, чѣмъ около вертикальной. Но солнечныя пятна—не шары. По всей вѣроятности, это тѣла, болѣе или менѣе плоскія; въ горизонтальномъ направленіи они вытянуты гораздо больше, чѣмъ въ вертикальномъ. Вращенію такого тѣла должна препятствовать передняя часть его, выступающая изъ жидкости. Необходимо преодолѣть это сопротивленіе, чтобы вращеніе состоялось. Если же сила, вызывающая вращеніе недостаточно велика для этого, ея дѣйствіе сведется къ тому, что измѣнится положеніе плавающаго тѣла: та часть его, которая при движеніи приходится впереди, поднимется, задняя погрузится, такъ что между силою и сопротивленіемъ постоянно будетъ сохраняться равновѣсіе. Поверхность такого тѣла будетъ не горизонтальною, а наклонною; она будетъ подниматься въ сторону вращенія. Уголъ наклоненія можетъ быть различенъ: это зависитъ—съ одной стороны отъ отношенія между толщиною тѣла и величиной его поверхности, съ другой—отъ величины погруженія и отъ разницы скоростей на различной глубинѣ. Разъ измѣняются эти отношенія, должны послѣдовать измѣненія во вращательныхъ и поступательныхъ движеніяхъ. Предположимъ, напримѣръ, что тѣло быстро опустилось на большую глубину; сейчасъ же увеличится скорость поступательнаго движенія, потому что глубокіе слои движутся въ сторону вращенія быстрѣе поверхностныхъ. Если тѣло погру-

зится совсѣмъ, оно снова поднимется на поверхность, но уже въ другомъ мѣстѣ, которое лежитъ впереди въ направленіи вращенія.

Я подробно изложилъ соображенія Целльнера, потому что они съ замѣчательною ясностью, безъ обращенія къ математическимъ символамъ, освѣщаютъ трудный вопросъ, который имѣетъ величайшую важность для объясненія движеній солнечныхъ пятенъ. Иногда форма пятенъ внезапно мѣняется. Какими бы причинами ни вызывалось это явленіе, оно должно стоять въ связи съ перемѣнами въ степени погруженія отдѣльныхъ шлаковидныхъ массъ. Та же причина должна вызывать крупныя и внезапныя разности въ движеніи отдѣльныхъ кусковъ. Чѣмъ сильнѣе погружается или



52. **Рудольфъ Вольфъ.**

поднимается данное пятно, тѣмъ значительнѣе перемѣны въ его движеніи. Понятно, что степень погруженія должна измѣняться всего сильнѣе во время развитія или распаденія пятна. Въ первомъ случаѣ толщина шлака возростаетъ, въ послѣднемъ— убываетъ. Эта догадка вполнѣ подтверждается наблюденіями. Извѣстно, что опредѣленной широтѣ на поверхности солнца соотвѣтствуетъ опредѣленная скорость движенія. Шпереръ указываетъ, что этотъ общій законъ неприложимъ къ первой фазѣ въ развитіи группы пятенъ, такъ какъ въ это время наблюдаются очень значительныя, разнообразныя и взаимно противоположныя движенія. Шпереръ нашелъ далѣе, что обыкновенно, если восточная часть группы пятенъ исчезаетъ, въ западной сохраняется основное ядро. Это явленіе объясняется просто, если вспомнить о наклонномъ положеніи поверхности пятна. Передній край шлака приподнятъ, и этотъ край,

если смотрѣть съ земли, приходится западнымъ. Задняя, восточная сторона шлака, при его наклонномъ положеніи, залита обыкновенно раскаленной жидкостью; поэтому распаденіе совершается здѣсь быстрѣе, чѣмъ на другой сторонѣ, которая болѣе или менѣе выступаетъ надъ уровнемъ раскаленной жидкости.

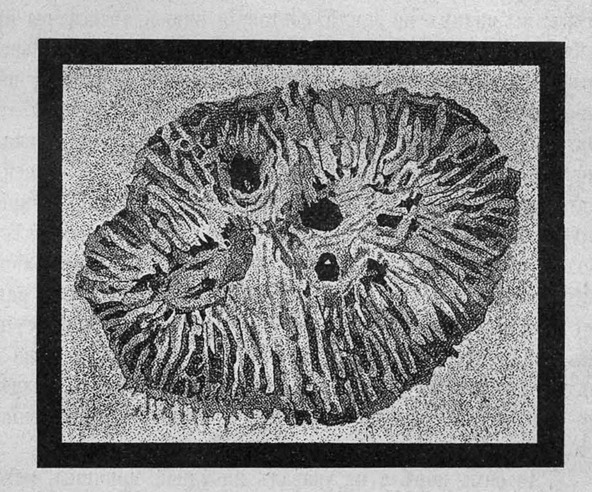
Все это показываетъ, какъ просто объясняетъ теорія Цельнера всѣ явленія, которыя наблюдаются при движеніи, распаденіи и образованіи солнечныхъ пятенъ. Но Цельнеръ идетъ далѣе: онъ выводитъ изъ своей теоріи періодическія измѣненія въ числѣ пятенъ, онъ объясняетъ ихъ распредѣленіе въ двухъ поясахъ, параллельныхъ экватору, ихъ малочисленность въ полярныхъ и экваторіальныхъ областяхъ солнца. Я попытаюсь изложить воззрѣнія названнаго астрофизика съ возможною ясностью.

Солнце—это исполинскій шаръ, который на своей поверхности состоитъ изъ огненно-жидкаго вещества. На этой огненной жидкости лежитъ раскаленная атмосфера, которая содержитъ часть веществъ, составляющихъ жидкость, въ газообразномъ или парообразномъ состояніи.

Какое вліяніе оказываетъ эта атмосфера на лучеиспусканіе огненно-жидкой поверхности солнца? — Судить объ этомъ можно по аналогіи съ вліяніемъ земной атмосферы на тепловыя потери земли. Когда земная атмосфера спокойна и безоблачна, теплота земли безпрепятственно уходитъ въ холодное міровое пространство. Ночная потеря теплоты въ этомъ случаѣ бываетъ очень значительна; найдено, что вслѣдствіе нея температура почвы понижается иногда на 5—6° Цельсія сравнительно съ температурою воздуха; въ Германіи изъ-за этого даже лѣтомъ бываютъ ночные морозы. Та же причина вызываетъ образованіе росы или инея. Если земная атмосфера не ясна и не спокойна, никогда не бываетъ росы. Небо, затянутое облаками, препятствуетъ ночному лучеиспусканію; оно покрываетъ землю, какъ мантія. Вѣтеръ также мѣшаетъ образованію росы, потому что постоянно приноситъ новые потоки теплаго воздуха къ холодѣющимъ тѣламъ.

Такія же явленія совершаются на огненно-жидкой поверхности солнца. Тамъ, гдѣ раскаленная атмосфера солнца *спокойна и ясна*, расположенная подъ нею часть жидкой поверхности должна подвергнуться извѣстному пониженію температуры. Если такое пониженіе достигнетъ опредѣленной величины, отдаленный наблюдатель замѣтитъ это по уменьшенію силы свѣта на данномъ мѣстѣ солнечной поверхности; слѣдовательно, онъ увидитъ тамъ темное пятно. Само собою разумѣется, что описанный здѣсь процессъ можетъ происходить одновременно въ различныхъ точкахъ солнечнаго диска. Поэтому пятна могутъ появляться одновременно во многихъ мѣстахъ солнечной поверхности. Но какъ только пятно образовалось, оно вызываетъ въ смежныхъ областяхъ солнечной атмосферы значительныя нарушенія равновѣсія; опять возможна аналогія съ земными вѣтрами. Должны происходить сгущенія, подобныя облакамъ; они расположатся вокругъ острова изъ шлаковъ, т. е., пятна. Наблюдателю, помѣщенному на землѣ, они представляются въ видѣ сѣраго вѣнца, который окружаетъ пятно и повторяетъ всѣ его очертанія. Все это мы видимъ въ дѣйствительности. Этому вѣнцу дали названіе *пенумбры* или *полутѣни*, потому что никогда онъ не бываетъ такимъ темнымъ, какъ само пятно.

Появленіе пятна создаетъ въ атмосферѣ солнца извѣстныя движенія. Но, именно благодаря этимъ движеніямъ, возстановляются тѣ условія, которымъ пятно обязано было своимъ происхожденіемъ: спокойствіе и ясность атмосферы. Когда лучеиспусканіе и пониженіе температуры привели къ образованію пятна, усиленная потеря теплоты на данномъ мѣстѣ солнечной поверхности прекращается. Охладившіяся области могутъ снова получить высокую температуру изъ двухъ источниковъ: снизу чрезъ соприкосновеніе съ раскаленною жидкостью, заключенною внутри солнца; сверху—чрезъ соприкосновеніе съ горячими потоками газовъ, которые стремятся къ пятну со всѣхъ сторонъ. Этотъ процессъ можетъ сгладить разницы въ температурахъ, вызванныя лучеиспусканіемъ. Конечно, пятно тогда исчезаетъ; въ атмосферѣ солнца наступаетъ первоначальное состояніе равновѣсія, и возстановляются условія, которыя могутъ привести къ новому образованію пятенъ. Нужно помнить, что на поверхности и въ атмосферѣ солнца возможны самыя разнообразныя обстоятельства и вліянія. Вотъ почему полный покой и полная ясность атмосферы должны казаться намъ состояніемъ случайнымъ: трудно предсказать, когда наступитъ явленіе и долго ли просуществуетъ.



53. **Пятно**,
въ которомъ потоки фотосфернаго вещества раздѣлили ядро на нѣсколько частей.
По Секки.

Мы можемъ утверждать только одно: продолжительность существованія пятна должна быть тѣсно связана съ его величиною. Причина понятна. Пятно исчезаетъ, когда устанавливается равенство температуръ. Предположимъ, что массы вещества, которыя пришли въ соприкосновеніе и стремятся къ такому равенству температуръ, обладаютъ одинаковой теплопроводностью и подвижностью. Ясно, что разница въ температурахъ исчезнетъ тѣмъ скорѣе, чѣмъ меньше размѣры охладившейся и снова нагрѣвающейся массы. Этотъ выводъ подтверждается наблюденіемъ: малыя пятна обыкновенно существуютъ не долго; только большія, или, вѣрнѣе, только очень большія пятна могутъ сохраняться въ теченіе нѣсколькихъ оборотовъ солнца около оси.

Чѣмъ крупнѣе пятно, тѣмъ обширнѣе та область солнечной атмосферы, на которую простираются нарушенія равновѣсія или вихри, вызванные существованіемъ пятна. Вспомнимъ, что главныя условія для образованія пятна это—покой и ясность атмосферы. Очевидно, эти условія немыслимы вблизи пятна значительныхъ размѣровъ. Поэтому въ сосѣдствѣ съ крупнымъ пятномъ нельзя искать другого

большого пятна. Вѣрность этого вывода давно доказана наблюденіемъ. Если на какомъ-нибудь мѣстѣ солнечной поверхности находится большое пятно, оно должно оказывать на окрестную область такое вліяніе, что близъ него во все время его существованія дальнѣйшее образованіе крупныхъ пятенъ оказывается затрудненнымъ.

Напротивъ, одновременное происхожденіе многихъ пятенъ внутри извѣстной области встрѣчаетъ въ физическихъ состояніяхъ солнца условія благопріятныя. Объясненіе просто. Если покой и ясность атмосферы существуютъ долгое время, какъ это необходимо для образованія пятна, это состояніе должно распространяться на большую область. Другими словами: значительная продолжительность опредѣленнаго атмосфернаго состоянія возможна только при значительномъ распространеніи его. Примѣръ мы видимъ на землѣ: состоянія нашей атмосферы продолжаются тѣмъ дольше, чѣмъ больше область, на которую они простираются. Целльнеръ дѣлаетъ отсюда остроумный выводъ: если на опредѣленномъ мѣстѣ солнечной поверхности мы наблюдаемъ происхожденіе пятна и заключаемъ, что въ атмосферѣ этого мѣста до образованія пятна долго господствовали покой и ясность, мы должны приписать это состояніе не только данной точкѣ, гдѣ находится пятно, но и всей окрестной области. Слѣдовательно, внутри этой области имѣются условія, благопріятныя для одновременнаго происхожденія другихъ пятенъ; они могутъ появиться здѣсь скорѣе, чѣмъ въ другихъ, болѣе далекихъ точкахъ. По мнѣнію Целльнера, этимъ обстоятельствомъ можно объяснить появленіе пятенъ группами, которое раньше оставалось совершенно непонятнымъ. Представимъ обширную площадь излученія; нельзя ожидать, чтобы на ней образовалось одно пятно. Можно сослаться на аналогію съ образованіемъ льдинъ: величина пятенъ зависитъ не только отъ размѣровъ площади излученія, но также отъ степени сцѣпленія продуктовъ охлажденія и отъ спокойствія жидкости, на которой они плаваютъ.

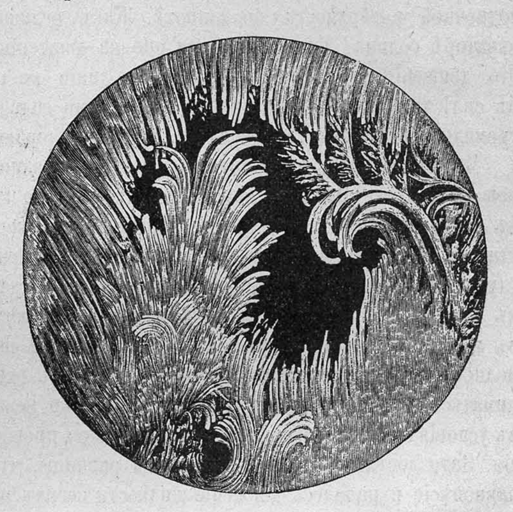
До сихъ поръ я не указалъ ни одной причины, которая могла бы вызвать неравномѣрность въ распредѣленіи пятенъ на солнечной поверхности. Судя по этому, они должны бы являться на солнцѣ повсемѣстно, и если величина и мѣсто ихъ случайны, средняя величина и среднее число тѣмъ не менѣе должны оставаться неизмѣнными, или, какъ говорятъ математики, должны представлять постоянную. Однако, мы знаемъ что этого нѣтъ; число солнечныхъ пятенъ подлежитъ періодическому измѣненію, и причину этого измѣненія нужно искать въ самомъ солнцѣ. Теорія Целльнера безъ труда указываетъ ее. Мыслимы только двѣ причины, которыя указанную постоянную величину могутъ обратить въ перемѣнную. Первая причина это—измѣненіе температуры солнца. Солнечныя пятна—продукты охлажденія. Ясно, что среднее число и величина ихъ представляютъ опредѣленное выраженіе для степени охлажденія солнца. По мѣрѣ того, какъ температура солнца убываетъ, среднее количество продуктовъ охлажденія т. е. пятенъ должно постепенно возростать, пока они не закроютъ всю поверхность солнца. Вторая причина—взаимная зависимость отдѣльныхъ пятенъ, зависимость въ происхожденіи, продолжительности и величинѣ. Мы видѣли, что среднее число и величина пятенъ представляютъ постоянную лишь при условіи, что отдѣльныя пятна—явленія относительно случайныя, независимыя другъ отъ друга. Поэтому, разъ признается взаимное вліяніе, среднее число и величина пятенъ должны быть перемѣнною. Какого рода эти перемѣны? Что дѣлается со среднимъ числомъ и величиною пятенъ?



54. **Группа солнечныхъ пятенъ.**
По Нэсмису.

Возростаютъ они? Или убываютъ? Или колеблются между извѣстными предѣлами? Иныя возможности немыслимы. Если-бъ происходило постоянное возростаніе или убыль, въ этомъ слѣдовало бы видѣть слѣдствіе измѣненія солнечной температуры. Мы знаемъ, что эта температура понижалась въ прошломъ и должна понижаться въ будущемъ; но эта потеря теплоты совершается такъ медленно, что въ данномъ случаѣ не можетъ оказать замѣтнаго вліянія. Нѣтъ никакихъ основаній предполагать, что число пятенъ постоянно уменьшается; изъ наблюденіей не видно также, чтобы оно становилось больше. Согласно съ теоріей, остается одинъ исходъ: принять колебанія числа пятенъ между извѣстными предѣлами. Къ тому же выводу приводитъ наблюденіе. Далѣе. Продолжительность отдѣльныхъ колебаній зависитъ, главнымъ образомъ, отъ тѣхъ же причинъ и условій, въ силу которыхъ, вообще, происходятъ пятна. Разъ эти условія долгое время остаются постоянными, колебанія въ числѣ пятенъ должны повторяться періодически. Слѣдовательно, чтобы объяснить періодичность въ числѣ и величинѣ солнечныхъ пятенъ, необходимо принять вторую изъ выше указанныхъ причинъ, т. е., допустить взаимную зависимость пятенъ относительно происхожденія, продолжительности существованія и величины. Для этого сто́итъ только признать, что нарушенія и равновѣсія распространяются на всю атмосферу солнца. Такое предположеніе подтверждается наблюденіями, которыя показываютъ, что во время максимума пятенъ на всей поверхности солнца совершаются крупные перевороты „При этомъ предположеніи,“ говоритъ Целльнеръ: „переходъ отъ максимума солнечныхъ пятенъ къ ихъ минимуму—не что иное, какъ грандіозный процессъ, который сглаживаетъ разности въ температурѣ и давленіи и простирается одновременно на всю атмосферу солнца; затѣмъ наступаютъ покой и ясность, усиливается лучеиспусканіе, и снова возникаютъ эти разности, обусловливающія повтореніе всего процесса. При постоянной средней величинѣ разностей продолжительность этого уравнительнаго процесса зависитъ, главнымъ образомъ, отъ трехъ обстоятельствъ: отъ проводимости, подвижности и массы тѣхъ тѣлъ, въ которыхъ происходитъ процессъ. Очевидно, что данное пятно исчезнетъ тѣмъ скорѣе, чѣмъ больше проводимость продуктовъ охлажденія, составляющихъ пятно, и чѣмъ значительнѣе подвижность атмосферы, расположенной надъ этими продуктами. Состояніе атмосферной ясности и покоя, которое послѣ разрушенія пятна является условіемъ для образованія новыхъ пятенъ, наступитъ тѣмъ раньше, чѣмъ меньше масса газовъ, приведенныхъ въ движеніе. Но въ разсматриваемомъ случаѣ этою массою является вся атмосфера солнца. Это—величина постоянная; также постоянно среднее выраженіе для двухъ другихъ величинъ, для проводимости и подвижности, если рѣчь идетъ о всей поверхности солнца и о продолжительномъ промежуткѣ времени. Но если главныя условія явленія постоянны, существенные моменты этого явленія, зависящіе отъ нихъ, также должны оставаться постоянными. Такимъ моментомъ въ настоящемъ случаѣ является время, которое протекаетъ между максимумомъ и минимумомъ пятенъ. Съ другой стороны ясно, что въ теченіе громадныхъ промежутковъ времени пониженіе средней температуры солнца окажетъ замѣтное вліяніе на упомянутыя свойства; тогда длина періода пятенъ должна испытать такія измѣненія, которыя при продолжающемся охлажденіи приведутъ все явленіе къ концу, такъ какъ вся масса солнца сдѣлается твердою“.

Мы имѣемъ точныя свѣдѣнія относительно состоянія солнечныхъ пятенъ и продолжительности періода ихъ, приблизительно, за 275 лѣтъ. За это время продолжительность періода не испытала измѣненій въ томъ направленіи, о какомъ здѣсь говорилось. Слѣдовательно, промежутокъ въ 275 лѣтъ является ничтожно-малымъ, сравнительно съ тѣмъ временемъ, какое нужно солнцу, чтобы испытать замѣтное пониженіе температуры. Можно еще больше углубиться въ прошлое и съ нѣкоторой вѣроятностью доказать, что періодъ солнечныхъ пятенъ даже въ очень отдаленныя времена имѣлъ настоящую свою продолжительность: приблизительно, $11^1/_9$ года. Исторія указываетъ годы, когда дискъ солнца представлялся необыкновенно тусклымъ. Предположимъ, что причиной было огромное число пятенъ, что это было время максимума. Продолжительность періода извѣстна; можно вычислить, на какіе годы приходился максимумъ въ прошломъ. Совпаденіе вычисленныхъ данныхъ съ годами, на которые указываетъ исторія, даетъ возможность судить о длинѣ періода въ прежніе вѣка.



55. **Пятно**, наблюдавшееся Ланглеемъ.

Вотъ годы, въ которые было замѣчено особенное ослабленіе солнечнаго свѣта: 536, 626, 733, 1091, 1206. Примемъ, согласно съ Вольфомъ, что средняя продолжительность періода—$11^1/_9$ года. Начнемъ счетъ съ 1860 года, когда число пятенъ было наибольшее. Окажется, что максимумъ пятенъ приходился въ прошломъ на годы: 533, 622, 733, 1090 и 1202; они мало отклоняются отъ тѣхъ, какіе отмѣчены исторіей. Если же къ средней длинѣ періода, къ $11^1/_9$ года сдѣлать маленькую прибавку въ 8 дней, получится совпаденіе почти полное. Между тѣмъ эта прибавка въ 17 разъ меньше, чѣмъ та вѣроятная неточность, съ какою связано опредѣленіе длины періода у Вольфа. Слѣдовательно, мы имѣемъ право утверждать, что періодъ больше, чѣмъ въ 13 вѣковъ—ничтожно малъ, сравнительно съ тѣмъ временемъ, въ которое пониженіе температуры солнца можетъ оказать замѣтное вліяніе на длину періода пятенъ. Вотъ новое подтвержденіе той мысли, что должны пройти громадные промежутки времени, прежде чѣмъ пониженіе солнечной температуры сдѣлается замѣтнымъ для насъ.

Я еще не коснулся распредѣленія пятенъ по различнымъ широтамъ солнечной поверхности. Извѣстно, что на однихъ параллельныхъ кругахъ они всего многочисленнѣе, на другихъ, напротивъ, встрѣчаются крайне рѣдко. И въ этомъ отношеніи Цёлльнерова теорія солнца указываетъ причинныя отношенія, которыя, по всей вѣроятности, остались бы неизвѣстными.

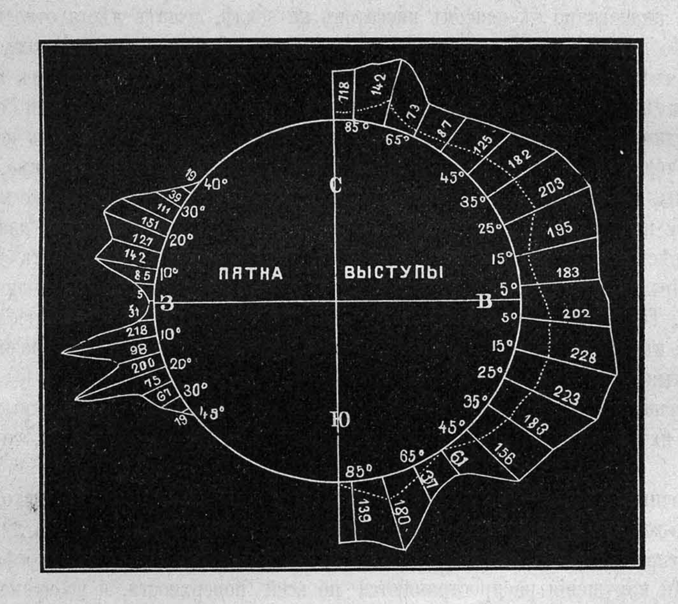
Нѣтъ ли причины, которая могла бы вызвать разницу между отдѣльными точками солнечной поверхности, расположенными въ разныхъ широтахъ? Можно отмѣтить только одну такую причину: вращеніе солнца около оси. Если-бъ оно не вращалось, на всѣхъ точкахъ его поверхности сила тяжести была бы одинакова. Вслѣдствіе вращенія, это равенство нарушается: развивается центробѣжная сила; она противодѣйствуетъ притяженію; чѣмъ быстрѣе вращеніе, тѣмъ замѣтнѣе уменьшается тяжесть. Наибольшую скорость вращенія находимъ на экваторѣ; съ приближеніемъ къ полюсамъ она постепенно убываетъ, пока, наконецъ, на самыхъ полюсахъ не дойдетъ до нуля. Слѣдовательно, уменьшеніе тяжести вслѣдствіе вращенія будетъ наибольшимъ на экваторѣ; на полюсахъ оно равно нулю. Отсюда видно, что вращательное движеніе солнца способно создать разницу между отдѣльными точками солнечной поверхности по широтѣ. Какъ велико уменьшеніе тяжести на самомъ экваторѣ солнца? Какъ отразится оно на движеніи падающаго тѣла? Оно замедлитъ это движеніе не болѣе, какъ на $1^1/_4$ линіи въ первую секунду. Всетаки разница въ силѣ тяжести подъ различными широтами солнечной поверхности должна оказать громадное вліяніе на тѣ движенія, какія совершаются въ атмосферѣ солнца.

Чтобы выяснить это, представимъ однообразно нагрѣтый шаръ, покрытый жидкою оболочкою. Нижніе слои этой жидкой оболочки, непосредственно прилегающіе къ горячей поверхности шара, нагрѣваются; верхніе, вслѣдствіе лучеиспусканія, становятся холоднѣе. Нагрѣваніе уменьшаетъ удѣльный вѣсъ жидкости въ наиболѣе глубокихъ слояхъ. Она стремится подняться оттуда вверхъ. Но это возможно лишь въ томъ случаѣ, если въ другомъ мѣстѣ массы жидкости опускаются съ поверхности въ глубину. Допустимъ, что на всѣхъ точкахъ шаровой поверхности существуетъ полное равенство условій. Почему жъ тогда въ одномъ мѣстѣ жидкость будетъ подниматься, а въ другомъ опускаться? Пока между двумя точками нѣтъ разницы въ условіяхъ, въ жидкой оболочкѣ не можетъ произойти никакихъ нарушеній равновѣсія. Зато достаточно самой ничтожной разницы, чтобы установилось неустойчивое равновѣсіе и началось движеніе жидкости вверхъ и внизъ.

Такую разницу создаетъ вращеніе: оно вызываетъ на солнечной поверхности различіе въ силѣ тяжести подъ различными градусами широты. Отсюда должны вытекать слѣдствія, уже указанныя нами. Въ экваторіальныхъ областяхъ раскаленныя частицы атмосферы поднимаются кверху, и мощные потоки ихъ стекаютъ отсюда къ обоимъ полюсамъ: къ сѣверу и къ югу. Отъ полюсовъ, въ свою очередь, направляются потоки къ экватору. Здѣсь—аналогія съ тѣми движеніями въ земной атмосферѣ, которыя носятъ названіе пассатовъ. Экваторіальныя области земли нагрѣваются сильнѣе, теплый воздухъ поднимается тамъ кверху. Эти массы теплаго воздуха направляются отсюда къ полюсамъ, по дорогѣ теряютъ теплоту, становятся тяжелѣе и спускаются все ниже и ниже. Въ то же время массы воздуха текутъ отъ полюсовъ къ экватору; онѣ холоднѣе и потому движутся надъ самой поверхностью земли; на экваторѣ онѣ занимаютъ мѣсто теплаго воздуха, который постоянно поднимается вверхъ.

Подобныя теченія развиваются и въ раскаленной атмосферѣ солнца. Но эти движенія должны, въ свою очередь, оказывать вліяніе на распредѣленіе температуры на огненно-жидкой поверхности солнца. Целльнеръ говоритъ по этому поводу: „Въ высокихъ широтахъ спускаются верхніе потоки, стремящіеся отъ экватора; вслѣдствіе

лучеиспусканія, они уже успѣли потерять часть теплоты, полученной ими при соприкосновеніи съ горячею поверхностью еще тогда, когда они направлялись къ экватору. Экваторіальный поясъ омывается преимущественно нижними потоками, которые идутъ отъ полюсовъ и успѣли нагрѣться на пути. Вотъ почему полярныя области вращающагося шара всегда будутъ соприкасаться съ болѣе холодными частями движущихся массъ жидкости, чѣмъ экваторіальныя. Отъ этого температура экваторіальнаго пояса должна повышаться, а полярнаго понижаться. Создается такое распредѣленіе температуры, которое само-по-себѣ, даже если бы шаръ не вращался, могло бы вызвать появленіе описанныхъ теченій".



56. **Распредѣленіе пятенъ и протуберанцевъ на поверхности солнца.**

Слѣдовательно, полярныя и экваторіальныя области солнца должны обладать различною температурою. Это выведено здѣсь теоретически. Доказать эту разницу измѣреніями—трудно, потому что она недостаточно велика для этого. Однако Секки, опираясь на нѣкоторыя наблюденія, считалъ возможнымъ сдѣлать выводъ, что полярные пояса солнца холоднѣе, чѣмъ экваторіальный, и даже—что сѣверное и южное полушарія солнца представляютъ небольшую разницу въ температурѣ.

Мы видѣли, какія движенія совершаются въ раскаленной атмосферѣ солнца; разсмотримъ теперь, какъ отразятся они на самой атмосферѣ. Прежде всего, въ нѣкоторыхъ частяхъ ея понизится температура. Причинъ можно указать двѣ. Когда атмосферныя массы поднимаются вверхъ, онѣ лишаются теплоты, которую доставляло имъ непосредственное соприкосновеніе съ огненно-жидкой поверхностью солнца. Кромѣ того, поднимаясь, онѣ расширяются и, слѣдовательно, производятъ механическую работу; отсюда—новая потеря теплоты. Обѣ причины вызываютъ въ этихъ

массахъ охлажденіе; часть газообразной матеріи ихъ должна принять видъ облаковъ. Экваторіальные потоки могутъ смѣшиваться съ полярными; при этомъ также происходятъ пониженіе температуры и явленія сгущенія. Нельзя однако предполагать, что продукты сгущенія непремѣнно сдѣлаются замѣтными въ видѣ темныхъ пятенъ. Навѣрное, они недоступны непосредственному наблюденію: температура ихъ можетъ остаться настолько высокою, что они будутъ казаться блестящими. Но, хотя мы не можемъ наблюдать такихъ сгущеній, это не мѣшаетъ признать ихъ существованіе, и мы можемъ съ увѣренностью утверждать, что атмосферныя возмущенія сосредоточены преимущественно въ полярной и экваторіальной областяхъ солнца, а между этими областями, аналогично съ поясомъ пассатовъ на землѣ, лежатъ мѣста относительной ясности. Но покой и ясность—главныя условія для образованія солнечныхъ пятенъ. Вотъ почему солнечныя пятна являются преимущественно въ полосѣ, расположенной между экваторіальнымъ и полярнымъ поясами солнца.

Мы видимъ, съ какимъ изяществомъ и ясностью выводитъ Целльнеръ изъ своей теоріи не только всѣ явленія, какія наблюдаются на солнцѣ непосредственно, но даже такіе факты, необходимость которыхъ подтверждается наблюденіями только косвенно. Въ ней все находится въ гармоніи, какъ въ зданіи, построенномъ въ извѣстномъ стилѣ. Извѣстны древніе и новые философы, которые хотѣли построить дѣйствительный міръ, исходя изъ однихъ понятій; попытка привела ихъ къ величайшимъ абсурдамъ. Теорія Целльнера показываетъ, напротивъ, какъ далеко можетъ заходить логическое мышленіе, выясняя необходимость извѣстныхъ явленій, если оно опирается не на пустыя умозрѣнія, а на точное знаніе.

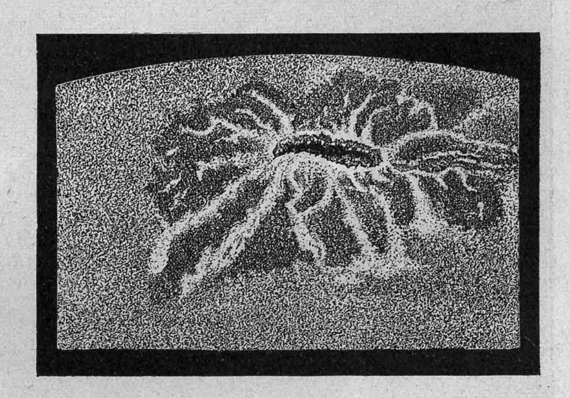
Если вспомнить еще разъ все, что сообщено до сихъ поръ о солнечныхъ пятнахъ, объ ихъ происхожденіи и исчезновеніи, мы имѣемъ, по Целльнеру, слѣдующія данныя:

„Солнечныя пятна—это шлакообразные продукты охлажденія. Происходятъ они на огненно-жидкой поверхности солнца, вслѣдствіе потери теплоты чрезъ лучеиспусканіе. Исчезаютъ, вслѣдствіе нарушеній равновѣсія, вызываемыхъ въ атмосферѣ ими самими. Эти нарушенія распространяются по всей поверхности, и во время такого общаго атмосфернаго движенія образуется мало пятенъ, потому что нѣтъ главныхъ условій для сильнаго пониженія температуры черезъ лучеиспусканіе: нѣтъ покоя и ясности атмосферы. Но какъ только послѣ распаденія пятна въ атмосферѣ постепенно установится спокойствіе, процессъ начинается снова. Такъ какъ среднія отношенія солнечной поверхности для большихъ промежутковъ времени можно разсматривать, какъ постоянныя, этотъ процессъ долженъ быть періодическимъ. Наибольшее число пятенъ должно появляться въ поясахъ наибольшей атмосферной ясности“.

Пятна, какъ показываетъ наблюденіе, мощныя, шлакообразныя массы. Вслѣдствіе существованія пятна, является на поверхности солнца мѣсто, гдѣ температура должна быть значительно ниже, чѣмъ въ областяхъ, свободныхъ отъ пятенъ. Мы не можемъ опредѣлить въ точности, какъ велико это пониженіе температуры. Размѣры его измѣняются, но, во всякомъ случаѣ, они очень значительны, какъ покажу я впослѣдствіи. Происходитъ нарушеніе равновѣсія. Возникаютъ въ атмосферѣ солнца теченія; одни направляются вверхъ, другія—внизъ. Восходящіе потоки располагаются, по Целльнеру, кругомъ пятна. Такъ какъ болѣе горячія части солнечной атмосферы поднимаются здѣсь выше обыкновеннаго уровня газообразныхъ слоевъ, происходитъ

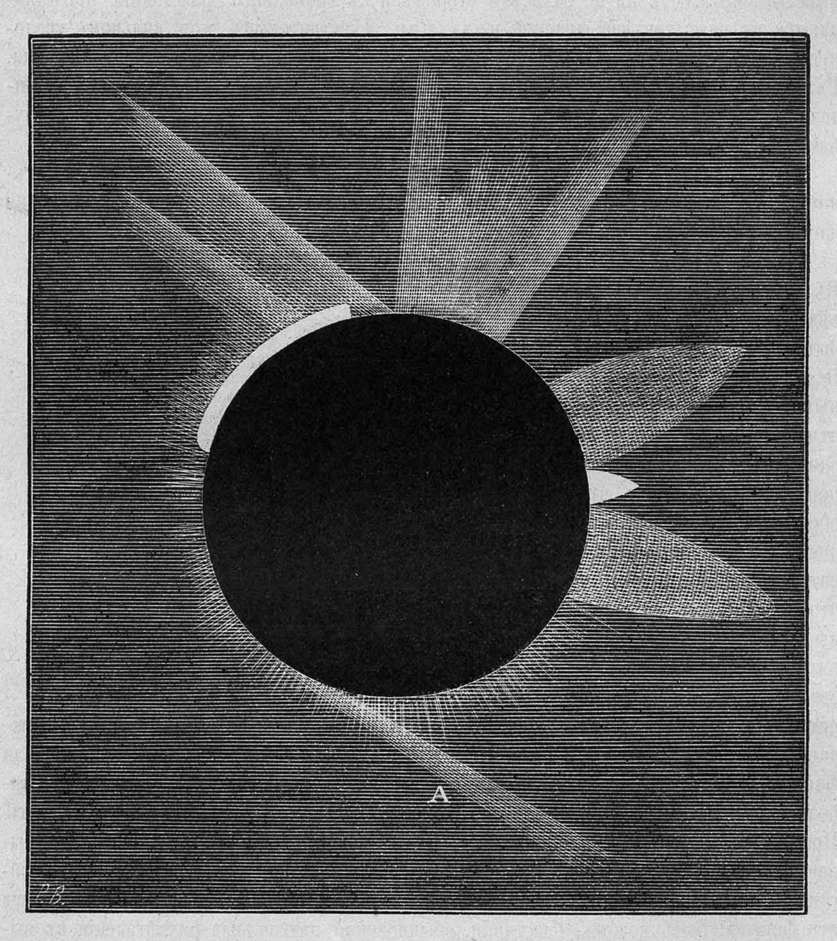
явленіе солнечныхъ факеловъ. Нисходящіе потоки направляются къ поверхности пятна. На нѣкоторой высотѣ они подвергаются охлажденію, такъ какъ уменьшается притокъ теплоты снизу. Неизбѣжное слѣдствіе—распаденіе извѣстной части газообразнаго потока на облачныя массы. Эти массы, располагаясь на опредѣленной высотѣ, окружаютъ пятно со всѣхъ сторонъ и съ громаднаго разстоянія представляются въ видѣ такъ-называемой полутѣни. Дѣйствительно, при сильномъ увеличеніи можно различить въ полутѣни слои, которые направляются къ центру пятна. Разстояніе между пятномъ и верхнимъ краемъ полутѣни часто бываетъ очень значительнымъ; вотъ почему съ земли пятно представляется воронкообразнымъ углубленіемъ.

Когда образуется пятно, первымъ слѣдствіемъ пониженія температуры на какомъ-нибудь мѣстѣ солнечной поверхности должны быть атмосферныя теченія. Нисходящая часть ихъ направляется къ болѣе холодному мѣсту. Въ непосредственномъ сосѣдствѣ съ нею должны быть восходящіе потоки. Если видѣть въ солнечныхъ факелахъ слѣдствіе атмосферныхъ теченій, вызванныхъ разницей въ температурѣ, легко понять, что образованіе факеловъ очень часто должно предшествовать появленію пятенъ, и что, вообще, факелы должны держаться дольше, чѣмъ пятна, потому что существованіе пятенъ ими начинается, ими же и кончается. Этотъ теоретическій выводъ вполнѣ подтверждается наблюденіемъ. Существуютъ и другіе факты, подкрѣпляющіе теорію: если факелъ имѣетъ видъ вѣнца, за нимъ обыкновенно быстро слѣдуетъ пятно; наибольшее число факеловъ расположено именно въ обоихъ поясахъ солнечныхъ пятенъ. Правда, факелы встрѣчаются вплоть до самыхъ полюсовъ солнца, гдѣ никогда не бываетъ крупныхъ пятенъ. Слѣдовательно, въ высокихъ широтахъ солнца должна дѣйствовать какая-то причина, мѣшающая образованію пятенъ, которымъ предшествуютъ эти факелы. Быть можетъ, блестящія, обыкновенно нитевидныя развѣтвленія въ высокихъ широтахъ солнца—не настоящіе факелы, а просто свѣтлыя полосы солнечной поверхности, которыя виднѣются чрезъ промежутки между болѣе тусклыми мѣстами атмосферныхъ возмущеній. Наблюденіе показываетъ также, что факелы свѣтятъ всего ярче близъ края солнца. Причина этого явленія—чисто оптическая. Она становится понятной, если вспомнить, что факелы—это раскаленныя восходящія массы, высоко поднявшіяся въ атмосферѣ солнца. Представимъ точку, расположенную по срединѣ солнечнаго диска, на самой его поверхности. Свѣтъ, изливаемый ею, доходитъ до насъ послѣ того, какъ пронижетъ слои солнечной атмосферы. Представимъ теперь



57. **Пятно, окруженное факелами.**
По Секки.

свѣтящуюся массу, которая лежитъ въ непосредственномъ сосѣдствѣ съ первою точкою, но на извѣстной высотѣ надъ поверхностью солнца. Пусть эта свѣтящаяся масса изливаетъ ровно столько-же свѣта, какъ первая точка. Не смотря на это, она должна казаться намъ свѣтлѣе; потому что лучи ея проходятъ въ атмосферѣ солнца путь



58. **Корона,**
наблюдавшаяся при затменіи 7 августа 1887 года въ Россіи.

менѣе длинный и, слѣдовательно, менѣе ослабляются ею. Различная яркость двухъ сравниваемыхъ точекъ зависитъ отъ различія путей, которые пробѣгаются обоими лучами внутри атмосферы солнца. Чѣмъ ближе обѣ точки къ солнечному краю, тѣмъ больше разница въ длинѣ этихъ путей. Поэтому близъ края солнца разница въ яркости должна быть больше; другими словами, факелы должны казаться свѣтлѣе, чѣмъ

въ сосѣдствѣ съ центромъ диска. При изслѣдованіи въ спектроскопъ солнечные факелы не обнаруживаютъ никакого отклоненія отъ нормальнаго солнечнаго спектра; только цвѣтныя полосы ярче.

Рядомъ съ пятнами и факелами на поверхности солнца находятся образованія, которыя долгое время можно было наблюдать только въ моменты полныхъ солнечныхъ затменій. „Когда послѣдній лучъ солнечнаго свѣта погаснетъ, — говоритъ



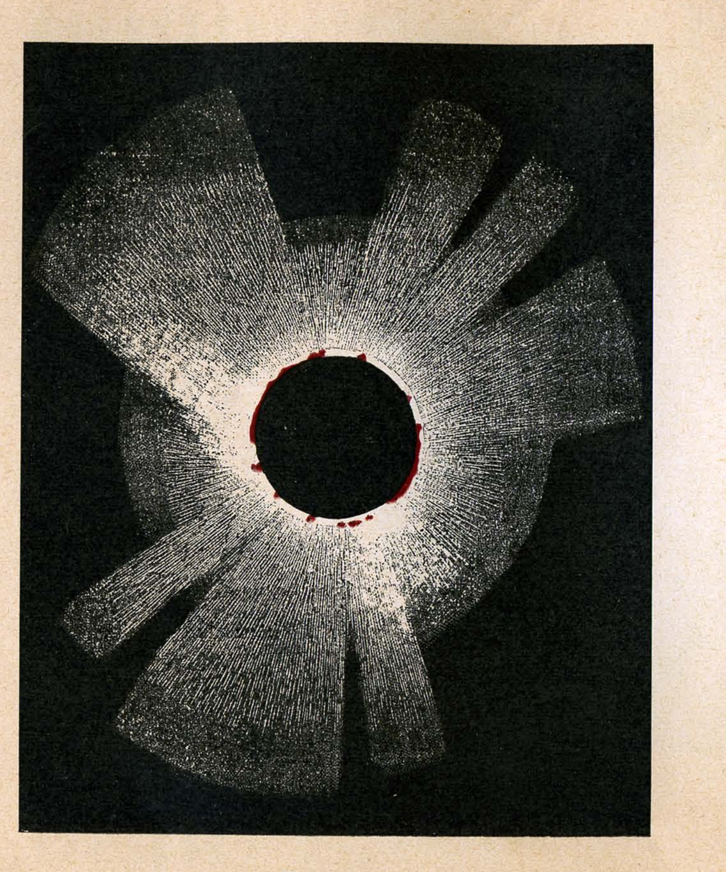
59. **Локіеръ**.

Ньюкомбъ,—предъ изумленнымъ взоромъ развертывается зрѣлище неописуемой красоты и величія, оставляющее въ наблюдателѣ неизгладимое впечатлѣніе. Совершенно черный дискъ луны какъ бы виситъ въ воздухѣ, окруженный вѣнцомъ нѣжныхъ серебристыхъ лучей, похожихъ на то сіяніе, которымъ художники окружали нѣкогда головы святыхъ. Это корона. Въ ней взвиваются языки и облака розоваго пламени, принимающіе самыя фантастическія формы“. Эти розовые выступы получили названія протуберанцевъ. Въ настоящее время, благодаря успѣхамъ въ примѣненіи спектральнаго анализа, ихъ можно наблюдать во всякое время, когда только видно солнце.

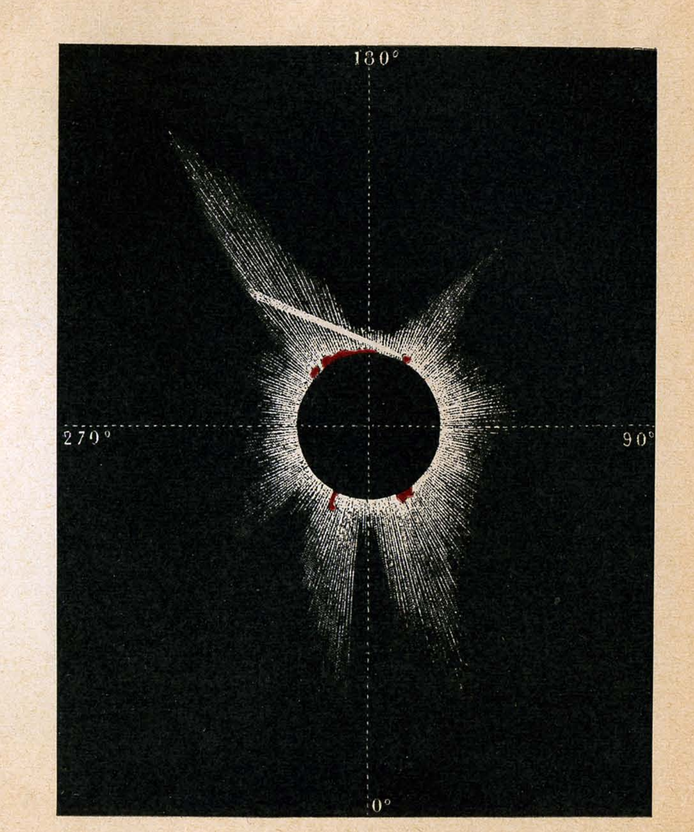
12-го мая 1706 года наблюдалось полное солнечное затменіе. Незадолго до того момента, когда край солнца скрылся за темнымъ дискомъ луны, Станіанъ въ Бернѣ первый замѣтилъ протуберанцы въ видѣ кроваво-красной зубчатой каймы. Наблюденіе было впослѣдствіи подтверждено и расширено другими учеными. Тѣмъ не менѣе никому не приходило въ голову, какую важность представляютъ протуберанцы для ученія о физическомъ строеніи солнца. Объявляя о затменіи 1842 г., Араго долженъ былъ снова обратить вниманіе ученыхъ на эти, почти забытыя наблюденія. Съ тѣхъ поръ не проходило ни одного полнаго затменія, чтобы не наблюдались протуберанцы въ видѣ зубцовъ, языковъ пламени и облаковъ, выступающихъ изъ-за темнаго края луны. Много было споровъ о нихъ; и всетаки эти наблюденія не выяснили истиннаго состоянія солнца. По вопросу о природѣ солнца въ наукѣ господствовали воззрѣнія, совершенно невозможныя съ физической точки зрѣнія; протуберанцы принимались за массы облаковъ, которыя сравнительно медленно измѣняютъ свою форму; не догадывались, что это—мимолетныя проявленія физико-химическаго процесса страшной силы. Только спектральный анализъ нанесъ ударъ старымъ воззрѣніямъ и помогъ доказать, что протуберанцы не что иное, какъ громадныя массы газовъ, среди которыхъ главную роль играетъ водородъ. Я не хочу выяснять здѣсь основъ спектральнаго анализа. Его примѣненія такъ поразительны, что общее понятіе о немъ сдѣлалось собственностью каждаго образованнаго человѣка. Я хочу только напомнить, что солнечное затменіе 18 августа 1868 года впервые дало случай примѣнить силу новаго анализа къ изслѣдованію протуберанцевъ. Опытъ увѣнчался полнымъ успѣхомъ; была выяснена истинная природа протуберанцевъ и доказана общая правильность воззрѣнія Кирхгофа относительно состоянія солнца. Вотъ почему память о полномъ солнечномъ затменіи 18 августа 1868 года никогда не изгладится изъ лѣтописей науки.

Примѣненіе спектральнаго анализа къ изслѣдованію протуберанцевъ было бы очень ограничено, если бы каждый разъ приходилось ждать полнаго солнечнаго затменія. Но развитіе науки неизбѣжно ведетъ къ тому, что всякій новый успѣхъ вызываетъ новые многочисленные успѣхи, всякая новая дорога открываетъ другіе пути, по которымъ пытливый человѣческій духъ можетъ идти впередъ въ познаніи окружающихъ насъ явленій природы. Еще до затменія любитель астрономіи, Нормэнъ Локіеръ изъ Лондона, размышлялъ надъ вопросомъ, какъ примѣнить спектроскопъ къ изученію освѣщенныхъ атмосферныхъ массъ въ окрестностяхъ солнца и къ изученію протуберанцевъ, выступающихъ надъ его краемъ. Исходя изъ теоретическихъ основаній, онъ пришелъ къ выводу, что эти протуберанцы, благодаря свѣтлымъ линіямъ своего спектра, должны быть видимы на краю солнца не только въ моменты полныхъ затменій, но и во всякое время. Къ сожалѣнію, сначала у него не было спектроскопа надлежащаго устройства, и онъ не могъ провѣрить свои выводы. Но какъ только королевское общество въ Лондонѣ доставило ему подходящій инструментъ, онъ различилъ протуберанцы и въ тотъ же день показалъ ихъ секретарю королевскаго общества. Это было 20 октября 1868 года. За нѣсколько мѣсяцевъ до этого были посланы въ Индію европейскіе ученые, чтобы наблюдать полное затменіе 18 августа. Отъ нихъ еще не приходило извѣстій. 26-го октября были опубликованы первыя сообщенія французскаго наблюдателя Жансена. Оказалось, у него также явилась идея, что линіи протуберанцевъ можно видѣть и по окончаніи затменія. Его попытка

ТАБЛИЦА III.



Корона,
срисованная Секки въ 1860 году въ Desierto de las Palmas въ Испаніи.



Корона,
срисованная Беллокомъ въ 1868 году въ Индіи.

увѣнчалась успѣхомъ. Но когда Жансенъ, пораженный сильнымъ блескомъ спектральныхъ линій у протуберанцевъ, воскликнулъ: „Я увижу эти линіи!“, онъ еще не имѣлъ понятія объ основаніяхъ того метода, который позволилъ различать спектральныя линіи протуберанцевъ при полномъ блескѣ солнца. Между тѣмъ эти основанія были уже разъяснены Локіеромъ: его духовный взоръ созерцалъ эти протуберанцы, когда инструментъ, съ помощью котораго онъ увидѣлъ ихъ 20 октября тѣлесными очами,



60. **Жансенъ.**

лежалъ, еще недодѣланный, въ мастерской механика. Впослѣдствіи методъ былъ усовершенствованъ, благодаря Геггинсу, Локіеру, Секки и особенно Целльнеру. Теперь, пользуясь спектроскопомъ, мы можемъ наблюдать не только свѣтлыя линіи спектра но прямо весь протуберанцъ въ его настоящей формѣ. Такія наблюденія значительно расширили наши знанія о физическихъ состояніяхъ солнца.

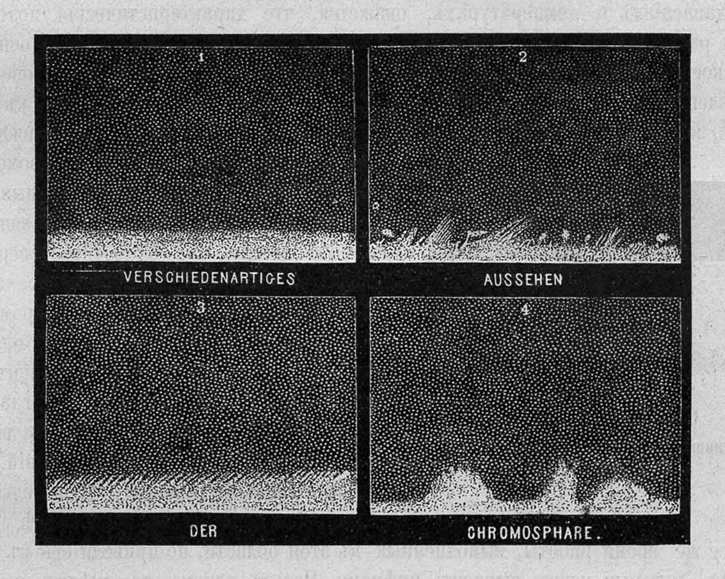
Согласно съ ними, огненно-жидкое ядро или солнце въ собственномъ смыслѣ окружено газообразною оболочкою, которой даютъ названіе хромосферы. Эта газообразная оболочка приходится, слѣдовательно, въ срединѣ между собственной поверх-

ностью солнца, изливающей ослѣпительно-бѣлый свѣтъ, и наружными частями атмосферы. При наблюденіи съ земли кажется, что она охватываетъ край солнца только на опредѣленной широтѣ. Тѣмъ не менѣе съ достаточно-сильнымъ инструментомъ ее можно различать во всякое время и на всякомъ мѣстѣ солнечнаго края. Если широко открыть щель сильнаго спектроскопа, можно съ полною ясностью разсмотрѣть внѣшнюю границу хромосферы. Она какъ-будто покрыта мелкими наклонными щетинками. Эти щетинки — не что иное, какъ потоки раскаленныхъ газовъ. При узкой щели существованіе хромосферы обнаруживается въ появленіи опредѣленныхъ свѣтлыхъ линій. Эти линіи даютъ понятія о химическомъ составѣ газовъ. Найдено, что хромосфера состоитъ преимущественно изъ раскаленнаго водорода. Одновременно выяснился замѣчательный фактъ: составъ этихъ глубочайшихъ слоевъ солнечной оболочки не остается неизмѣннымъ; иногда съ собственной поверхности солнца выбрасываются въ хромосферу извѣстныя раскаленныя вещества. Постепенно установили, что, кромѣ водорода, въ хромосферѣ являются магній, желѣзо, барій, кальцій, титанъ, марганецъ, хромъ и натрій въ состояніи раскаленныхъ газовъ. Наблюденія надъ полнымъ солнечнымъ затменіемъ 22 декабря 1870 года обнаружили, кромѣ того, въ спектрѣ хромосферы зеленую линію, которую нельзя приписать ни одному изъ извѣстныхъ на землѣ элементовъ; быть можетъ, она принадлежитъ новому элементу.

Прилегаетъ-ли хромосфера къ самой поверхности солнца это—вопросъ, для котораго нѣтъ пока точнаго рѣшенія. Секки въ Римѣ думалъ, что между поверхностью солнца и хромосферою находится тонкій слой, который раздѣляетъ оба образованія. Онъ ссылается на наблюденія, которыя были поставлены имъ въ началѣ 1869 года. Изъ нихъ слѣдуетъ, что между розовымъ слоемъ хромосферы и краемъ солнца существуетъ узкое пространство, едва-едва достигающее ширины 2—3 угловыхъ секундъ; его спектръ не пересѣкается свѣтлыми или темными линіями: скорѣе онъ—сплошной. Локіеръ и другіе наблюдатели никогда не могли разсмотрѣть этотъ промежуточный слой и, вообще, отрицаютъ его существованіе. Но Секки самъ предупреждалъ, что видѣть этотъ слой трудно, и что для этого нужны особенно благопріятныя обстоятельства. Наблюдать данное явленіе совсѣмъ невозможно, говоритъ онъ, если не принять двухъ главныхъ предосторожностей: изображеніе солнца должно быть увеличено, чтобы видимая ширина узкаго „промежуточнаго слоя“ была больше, чѣмъ щель спектроскопа; длина щели должна быть уменьшена, чтобы спектръ не былъ слишкомъ широкъ. При этихъ условіяхъ получаютъ почти прямолинейную часть солнечнаго края, тогда какъ безъ нихъ лучи, идущіе отъ различныхъ пунктовъ дуги, смѣшиваются въ спектрѣ и дѣлаютъ явленіе крайне неяснымъ. Если такой промежуточный слой существуетъ, его легче различить во время полныхъ солнечныхъ затменій. Секки напоминаетъ, что во время затменія, которое онъ наблюдалъ въ Испаніи въ 1860 году, онъ, дѣйствительно, видѣлъ: сначала край солнца, надъ нимъ очень яркій свѣтовой слой и, наконецъ, еще выше розовый слой протуберанцевъ, слѣдовательно, то, что теперь мы называемъ хромосферою. Нѣчто подобное еще за девять лѣтъ до Секки наблюдалъ Юлій Шмидтъ: это было при затменіи 8-го іюля 1851 года.

„За четыре секунды до конца полнаго затменія,“ пишетъ этотъ астрономъ, „я внезапно увидѣлъ яркій красный свѣтъ въ видѣ двухъ очень тонкихъ линій, отдѣлившихся отъ края луны: отъ корней двухъ протуберанцевъ онѣ направлялись

къ срединѣ раздѣлявшаго ихъ пространства. Казалось, будто огненно-красный расплавленный металлъ течетъ надъ темнымъ краемъ луны, и однако это кажущееся движеніе было только слѣдствіемъ отодвиганія луны. За полторы секунды до конца полнаго затменія обѣ линіи соединились на срединѣ въ полную, въ высшей степени тонкую дугу яркаго красновато-розоваго цвѣта. Казалось, что вся она состоитъ изъ множества мельчайшихъ протуберанцевъ; нѣкоторые изъ нихъ нѣсколько выдавались надъ дугою. Въ моментъ образованія этой дуги я ждалъ появленія солнечнаго свѣта. Но въ это самое мгновеніе красная дуга отдѣлилась отъ темнаго края луны, и между ними выступила серебристо-бѣлая и въ высшей степени яркая линія свѣта;

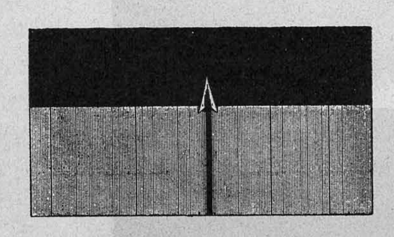


61. **Хромосфера.**
По Секки.

она располагалась концентрически съ красною, но рѣзко отдѣлялась отъ нея и еще болѣе отъ края луны. Въ теченіе секунды я разсматривалъ ее, недоумѣвая, наступилъ конецъ полнаго затменія или нѣтъ: меня смущала ея малая яркость. Вдругъ вырвались и полились ослѣпительные лучи настоящаго солнечнаго свѣта и въ то же мгновеніе исчезъ изъ глазъ весь этотъ рядъ удивительныхъ явленій“. Наблюденіе и описаніе Шмидта вполнѣ опредѣленно и ясно. Вмѣстѣ съ тѣмъ оно могло бы рѣшить вопросъ о промежуточномъ слоѣ между солнцемъ и хромосферою безусловно въ смыслѣ Секки, если бы не одно обстоятельство, которое способно вызвать сомнѣнія. Я имѣю въ виду преломленіе лучей въ атмосферѣ солнца. Вслѣдствіе него вокругъ края солнечнаго диска должна появиться тонкая кайма; ее составятъ лучи, идущіе съ обратной стороны солнца. Мы не можемъ видѣть кайму, когда смотримъ на солнце при обычныхъ условіяхъ. Но когда происходитъ полное затменіе, когда обращенная къ намъ сторона солнца покрыта, эта кайма можетъ иногда сдѣлаться за-

мѣтной. Не было-ли этого при наблюденіяхъ Шмидта и Секки, въ 1851 и 1860 году? Если да, эти наблюденія ничего не говорятъ за существованіе „промежуточнаго слоя“; если—нѣтъ, это существованіе доказано. Въ настоящее время у насъ нѣтъ основаній предпочесть одну изъ этихъ возможностей другой.

Хромосфера, какъ газообразная оболочка солнца, должна представлять наибольшую плотность въ наиболѣе глубокихъ слояхъ, прилегающихъ къ самой поверхности солнца. Это явленіе наблюдается и въ нашей земной атмосферѣ; оно неизбѣжно вытекаетъ изъ законовъ физики; для хромосферы это возростаніе плотности доказано съ помощью спектральнаго анализа. Если наблюдать спектръ водорода при различныхъ давленіяхъ и температурахъ, окажется, что характеристическія полосы его иногда расширяются, и профессоръ Липпихъ вывелъ изъ теоретическихъ основаній, что такое расширеніе для всѣхъ газовъ безъ изъятія должно стоять въ совершенно опредѣленномъ отношеніи къ давленію, подъ которымъ они находятся, и къ температурѣ, которой они обладаютъ. Если примѣнить этотъ выводъ къ раскаленной газообразной оболочкѣ солнца, къ хромосферѣ, найдемъ, что свѣтлыя спектральныя линіи въ нижнихъ частяхъ должны представлять наибольшую ширину, что, напротивъ, вверху онѣ должны суживаться. Дѣйствительно, зеленая водородная линія принимаетъ въ хромосферѣ форму наконечника стрѣлы: внизу она всего шире, потомъ суживается и, наконецъ, кончается остріемъ. Современемъ, когда накопится больше изысканій по этому вопросу, такія измѣненія спектральныхъ линій приведутъ къ важнымъ выводамъ относительно температуры и давленія въ хромосферѣ. Въ настоящее же время работы, выполненныя въ этой области, не привели еще къ такимъ даннымъ, которыя можно выразить цифрами. Нельзя, однако, не отмѣтить необыкновенныхъ успѣховъ науки: вѣдь еще нѣсколько десятилѣтій назадъ сочли бы глупостью, если бы кто-нибудь захотѣлъ опредѣлять температуру и давленіе слоевъ, прилегающихъ къ самой поверхности солнца.



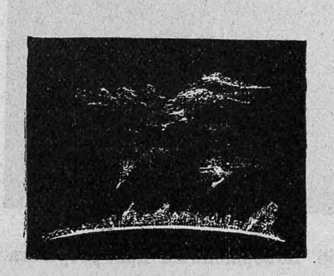
62. **Линія спектра,**
принявшая въ верхней части форму наконечника стрѣлы.

Основанія протуберанцевъ скрыты въ хромосферѣ, но они часто поднимаются надъ нею на поразительную высоту. Вспомнимъ, что экваторіальный поперечникъ земли съ того разстоянія, на какомъ находится солнце, представился бы подъ угломъ въ 17,7 секунды. Слѣдовательно, линія въ 12000 верстъ длины при такомъ разстояніи не составитъ даже 18 угловыхъ секундъ. Протуберанцы же постоянно достигаютъ высоты въ 2, даже въ 3 угловыхъ минуты. Ясно, что они во много разъ больше земли. Если бы можно было бросить земной шаръ на одинъ изъ этихъ огненныхъ фонтановъ, онъ исчезъ бы въ немъ, какъ маленькій кусокъ угля, брошенный въ кузнечную печь. Этотъ громадный земной шаръ съ его материками, островами, морями и океанами показался бы крошечнымъ въ сравненіи съ однимъ изъ многочисленныхъ огненныхъ потоковъ, которые постоянно поднимаются надъ поверхностью солнца.

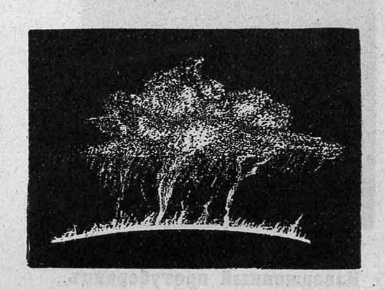
Форма протуберанцевъ даетъ основаніе раздѣлить ихъ на облачные и изверженные.

Первые живо напоминаютъ наши земныя облака. Они свободно носятся надъ хромосферою и, насколько можно судить объ этомъ, измѣняютъ свои общія очертанія медленнѣе, чѣмъ вторая форма протуберанцевъ.

Изверженные протуберанцы очень разнообразны; иногда они имѣютъ видъ языковъ пламени, иногда походятъ на крутыя горы или остроконечныя пирамиды; иногда, наконецъ, отвѣсно поднимаются надъ краемъ солнца въ видѣ крутящагося вихря, но въ верхней части внезапно сгибаются почти подъ прямымъ угломъ, подобно восходящему столбу дыма, который встрѣчаетъ вверху воздушное теченіе и отклоняется имъ въ сторону. Формы нашихъ облаковъ обусловлены воздѣйствіемъ различныхъ атмосферныхъ теченій. На солнцѣ имѣются такія же теченія. Потому заранѣе слѣдовало ждать, что если массы сгущенныхъ газовъ сдѣлаются видимыми для насъ, они будутъ представлять большое сходство съ формами нашихъ облаковъ.



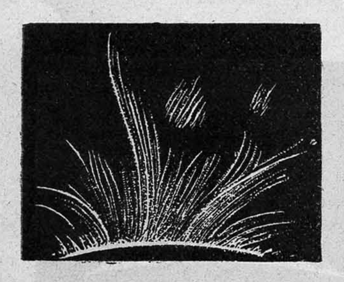
63. **Облачный протуберанцъ.**



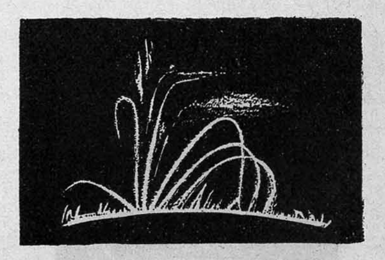
64. **Облачный протуберанцъ.**

Въ обыкновенныхъ облачныхъ протуберанцахъ „при изверженіи водорода поднимаются“, по Шпереру, „и другія массы. Но, вслѣдствіе расширенія водорода, происходитъ пониженіе температуры. Эти массы, какъ менѣе свѣтлыя, становятся невидимыми и еще въ самомъ началѣ расплываются въ такой степени, что при этомъ не можетъ произойти никакихъ пятенъ. Въ изверженныхъ протуберанцахъ не бываетъ такого расширенія водорода. При болѣе высокой температурѣ поднявшіяся массы остаются близъ блестящей поверхности. Образуются темныя облака (охладившіяся массы, продукты сгоранія), и тогда вихри, со всѣхъ сторонъ стремящіеся къ болѣе горячей поверхности, собираютъ темныя вещества въ одно мѣсто; они опускаются къ поверхности въ видѣ темнаго облака и тушатъ тамъ низкіе протуберанцы. Происшедшее такимъ образомъ пятно является центромъ для вихрей, стекающихся къ нему со всѣхъ сторонъ. Свѣтлыя нити, замѣтныя въ ядрѣ солнечныхъ пятенъ,—это щели, чрезъ которыя не только виднѣется снизу блестящая поверхность факеловъ, но даже могутъ прорываться протуберанцы“. Въ позднѣйшей работѣ Шпереръ подробнѣе высказался относительно явленій, которыми начинается образованіе пятна. Яркій блескъ факеловъ для него—несомнѣнное доказательство, что факелы слѣдуетъ разсматривать, какъ болѣе горячія мѣста солнечной поверх-

ности. Отсюда неизбѣжно слѣдуетъ, что надъ ними должны происходить восходящія атмосферныя теченія. Въ то же время массы атмосферы должны со всѣхъ сторонъ стремиться къ этимъ болѣе горячимъ мѣстамъ. Восходящее теченіе произведетъ на извѣстной высотѣ продукты охлажденія. Боковые же потоки, по взгляду Шперера, сообщатъ ему большую плотность, и оно сдѣлается доступнымъ наблюденію въ видѣ облака. Но разъ это такъ, очевидно, дѣло не можетъ остановиться на уплотненіи облака. Оно неизбѣжно должно обнаружить вращеніе, которое на сѣверномъ полушаріи солнца совершается въ направленіи: сѣверъ—западъ—югъ—востокъ; на южномъ—въ направленіи: сѣверъ—востокъ—югъ—западъ. Причина—вращеніе солнца, которое будетъ отклонять теченія, направляющіяся къ центру. Это слѣдствіе, вытекающее изъ теоріи Шперера, неоспоримо. Отдѣльныя пятна, дѣйствительно, обнаруживаютъ движеніе въ соотвѣтственномъ направленіи, хотя самъ Шпереръ не рѣшается признать вращательнаго движенія пятенъ: по его мнѣнію, скорѣе можно



65. **Изверженный протуберанцъ.**
Пламя.



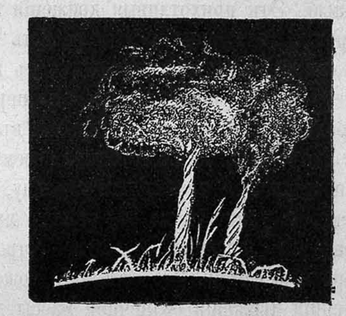
66. **Изверженный протуберанцъ.**
Фонтанъ.

говорить о сильномъ передвиженіи ихъ при непрерывныхъ измѣненіяхъ, именно при новообразованіяхъ на одномъ концѣ и распаденіи на другомъ. Эти измѣненія въ отдѣльныхъ частяхъ вновь образовавшейся группы отчасти объясняются, по мнѣнію Шперера, различною высотою частей облака и постепеннымъ опусканіемъ ихъ. Послѣ образованія пятна возникаютъ теченія, направленныя внизъ. „Пониженіе температуры въ верхней части облака, которое по спектральнымъ наблюденіямъ должно быть очень значительно, влечетъ за собою опусканіе верхнихъ слоевъ атмосферы. Благодаря этому, въ свою очередь, увеличивается образованіе облаковъ и усиливаются теченія, направленныя внизъ. Нисходящіе потоки должны искать выхода въ сторону и, при полной правильности, будутъ расходиться по всѣмъ направленіямъ. Вслѣдствіе этого, сосѣдніе протуберанцы будутъ отклоняться по направленію отъ пятна“. Такое движеніе по всѣмъ направленіямъ, дѣйствительно, наблюдается около пятенъ и группъ пятенъ, но не въ самомъ началѣ, а позднѣе; этимъ доказывается, по мнѣнію Шперера, существованіе нисходящихъ теченій, послѣ того какъ подготовлено образованіе пятенъ въ другихъ мѣстахъ. Такова вкратцѣ теорія солнечныхъ пятенъ, принадлежащая Шпереру. По моему мнѣнію, нѣтъ существенной разницы между нею и теоріей Целльнера: развѣ только та, что, по Целльнеру, пятна это—шлаки, лежащіе на самой поверхности солнца, по Шпереру, это—облака, напол-

ненныя продуктами сгоранія и плавающія въ извѣстныхъ областяхъ солнечной атмосферы. Но отдѣляется ли поверхность солнца отъ атмосферы такъ же рѣзко, какъ на землѣ поверхность моря отдѣляется отъ воздушнаго пространства,—это совершенно неизвѣстно.

Знаменитый наблюдатель Секки, который особенно много занимался солнцемъ, далъ свою теорію солнечныхъ пятенъ. Онъ обратилъ вниманіе на то, что пятнамъ предшествуетъ явленіе протуберанцевъ. По его мнѣнію, изверженныя массы при обратномъ паденіи внѣдряются среди свѣтлыхъ газообразныхъ массъ и производятъ углубленіе, въ которомъ поглощеніе сильнѣе.

„На солнцѣ никогда нѣтъ полнаго покоя... Лежащіе внизу металлическіе пары и въ особенности водородъ выбрасываются на значительную высоту, достигающую, какъ показываетъ спектроскопъ, четверти солнечнаго діаметра. Эти раскаленныя водородныя массы поднимаются въ высшія области атмосферы, гдѣ остаются взвѣшенными, расширяются и образуютъ то, что мы называемъ выступами или протуберанцами...



67. **Изверженный протуберанцъ.** Циклонъ.

„Къ этимъ изверженіямъ часто примѣшиваются струи весьма плотныхъ металлическихъ паровъ, не достигающихъ высоты водорода. Иногда мы видимъ, какъ они падаютъ обратно на солнце въ формѣ параболическихъ лучей. Составъ ихъ можно опредѣлить съ помощью спектроскопа. Чаще всего встрѣчаются натрій, магній, желѣзо, кальцій и т. д.—все тѣ же вещества, которыя образуютъ нижній, поглощающій слой солнечной атмосферы и которыя, поглощая лучи, даютъ начало фраунгоферовымъ линіямъ. Строгимъ и неизбѣжнымъ слѣдствіемъ является фактъ, что, когда поднявшаяся масса, при вращеніи солнца, придется между фотосферою и глазомъ наблюдателя, поглощеніе становится очень ощутительнымъ и производитъ темное пятно на самой фотосферѣ. Металлическія абсорбціонныя линіи въ этой области становятся тогда шире и расплывчатѣе... Вотъ, слѣдовательно, происхожденіе солнечныхъ пятенъ. Ихъ образуютъ массы поглощающихъ паровъ, вырвавшихся изъ внутренности солнца, если, помѣстившись между фотосферою и наблюдателемъ, эти массы задерживаютъ значительную часть свѣта.

„Но эти пары тяжелѣе среды, въ которую они вброшены. Вслѣдствіе своей тяжести, они падаютъ и, стремясь опуститься внутрь атмосферы, образуютъ въ ней родъ впадины, которая наполнена болѣе темною и сильнѣе поглощающею массой. Отсюда—углубленіе, наблюдаемое въ пятнахъ. Если изверженіе очень кратковременно, масса паровъ, упавъ на фотосферу, скоро нагрѣется, раскалится, распадется, и пятно быстро исчезнетъ. Но внутренніе кризисы солнечнаго тѣла могутъ продолжаться нѣкоторое время, и изверженіе можетъ держаться на одномъ и томъ же мѣстѣ въ теченіе нѣсколькихъ оборотовъ солнца. Отсюда—постоянство пятенъ; вѣдь образованіе облака можетъ продолжаться и въ то время, когда отдѣльныя части его исчезаютъ въ фотосферѣ; сходный примѣръ представляютъ столбы пара у нашихъ вулкановъ. Изверженіе можетъ, дойдя до конца, снова усилиться, можетъ много разъ возобно-

вляться на одномъ и томъ же мѣстѣ; такъ производятся пятна, весьма различныя по формѣ и положенію.

„Пятна состоятъ изъ ядра и полутѣни. Полутѣнь состоитъ, въ дѣйствительности, изъ тонкихъ темныхъ покрововъ и изъ нитей или потоковъ фотосфернаго вещества, стремящихся ворваться въ темную массу. Эти потоки имѣютъ форму языковъ, которые часто состоятъ изъ отдѣльныхъ массъ, шарообразныхъ, четковидныхъ или похожихъ на ивовые листья; очевидно, они соотвѣтствуютъ „зернамъ" фотосферы, которыя стремятся къ центру пятна и иногда пересѣкаютъ его на подобіе моста.

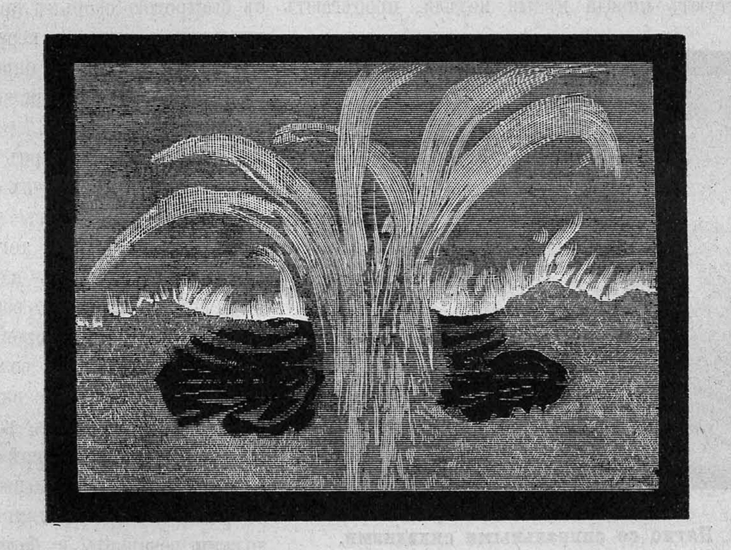
„Въ существованіи каждаго пятна должно различать три періода: образованіе, покой, распаденіе. Въ теченіе перваго періода фотосферная масса поднимается и принимаетъ разнообразныя формы вслѣдствіе мощныхъ, часто вихреобразныхъ движеній, которыя вздымаютъ ее надъ окружающими жидкими потоками и образуютъ неправильныя возвышенія — или безъ полутѣни, или съ очень неправильной полутѣнью. Эти прихотливыя движенія не поддаются никакому описанію: ихъ скорость огромна, захваченная ими область простирается на много квадратныхъ градусовъ; но изверженіе скоро приходитъ къ концу, движеніе постепенно ослабѣваетъ, наступаетъ покой. Во время второго періода поднятыя вещества падаютъ обратно; они стремятся при этомъ стянуться въ болѣе или менѣе круглыя массы и углубиться въ фотосферу, соотвѣтственно своему вѣсу. Отсюда—вдавленная форма фотосферы, напоминающая трубку или воронку, и множество потоковъ, изливающихся съ каждой точки окружности на эту темную массу; въ это время сохраняется еще контрастъ между нею и изливающимся веществомъ. Пятно принимаетъ почти постоянную кругообразную форму. Это состояніе можетъ тянуться долго, именно все время, пока внутреннія движенія солнечной массы доставляютъ новый матеріалъ. Наконецъ, когда эти послѣднія прекратятся, изверженіе ослабѣваетъ и кончается; абсорбирующая масса, залитая со всѣхъ сторонъ потоками фотосферы, расплывается, и пятно исчезаетъ.

„Существованіе этихъ трехъ фазъ подтверждается сравнительнымъ изученіемъ пятенъ и изверженій. Если во время перваго періода пятно находится на краю солнца, его мѣсто, хотя темная область его не видна, указывается изверженіемъ металлическихъ паровъ, если пятно довольно велико. Въ самыхъ темныхъ пятнахъ можно различить пары натрія, желѣза и магнія, которые огромными массами поднимаются на очень большую высоту. Спокойное пятно круглой формы увѣнчано великолѣпными факелами, струями водорода и металлическихъ паровъ; они очень низки, но очень ярки. Пятно, заканчивающее свое существованіе, не сопровождается металлическими изверженіями; развѣ только выбьется нѣсколько струекъ водорода; вмѣстѣ съ тѣмъ фотосфера здѣсь бываетъ выше и подвижнѣе. Наблюденіе показываетъ, что изверженія, вообще, связаны съ пятнами, что когда нѣтъ пятенъ, нѣтъ и изверженій. Такимъ образомъ, дѣятельность солнца выражается въ изверженіяхъ и пятнахъ; источникъ у нихъ общій; пятно, въ сущности,—явленіе вторичное, обусловленное изверженіями и большей или меньшей поглощательной способностью вещества. Если бы изверженныя вещества не поглощали свѣта, мы не видѣли бы никакихъ пятенъ.

„Изверженія одного водорода не производятъ пятенъ. Мы видимъ ихъ во всѣхъ точкахъ солнечнаго диска, между тѣмъ какъ появленіе пятенъ ограничивается тропическими поясами,—совершенно такъ же, какъ и изверженія металлическихъ паровъ. Изверженія одного водорода даютъ начало факеламъ".

Иначе объясняются явленія пятенъ и протуберанцевъ въ теоріи французскаго ученаго Фая [1]).

„Наблюденія показываютъ, что фотосфера солнца охвачена теченіями, параллельными экватору. Угловая скорость ихъ уменьшается въ направленіи отъ экватора къ полюсамъ. Передъ нами — рядъ отдѣльныхъ потоковъ, отстающихъ одинъ отъ другого, по мѣрѣ приближенія къ полюсу. Тамъ, гдѣ соприкасаются потоки съ различными скоростями, должны возникнуть вращательныя, вихревыя движенія. Такъ, въ рѣкѣ происходятъ водовороты тамъ, гдѣ идутъ два параллельныя теченія съ неравными скоростями. Чтобы понять это явленіе водоворотовъ, допустимъ произвольное предположеніе: придадимъ каждой частицѣ движущейся жидкости скорость,



68. **Происхожденіе солнечнаго пятна по Секки**.

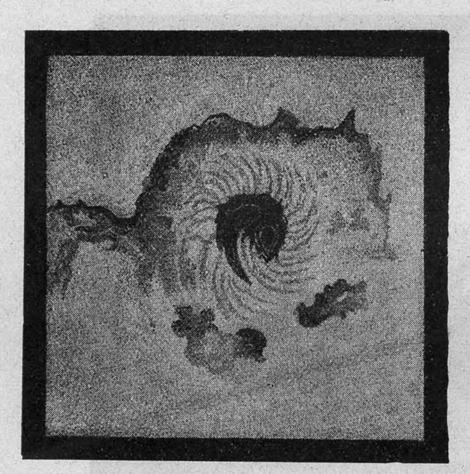
равную средней скорости потока, но въ направленіи, обратномъ общему движенію. Произойдетъ сложеніе скоростей. Тамъ, гдѣ быстрота теченія была наибольшая, останется избытокъ скорости съ направленіемъ къ устью рѣки, по теченію. Гдѣ быстрота была наименьшая, получится избытокъ скорости съ направленіемъ къ верховьямъ рѣки. Въ срединѣ между этими противоположными струями частицы жидкости останутся неподвижными. Въ результатѣ—масса жидкости будетъ охвачена круговымъ, вращательнымъ движеніемъ; явится водоворотъ. Возвратимъ теперь каждой частицѣ произвольно отнятую среднюю скорость. Водоворотъ тогда не останется на мѣстѣ: онъ будетъ перемѣщаться съ потокомъ внизъ по теченію...

---

[1]) Въ оглавленіи Клейнъ упоминаетъ о теоріи Фая; въ изложеніи она почему-то пропущена. Не желая оставлять читателей въ недоумѣніи и пропускать теорію, за которую высказались такіе знатоки солнца, какъ Юнгъ и Ланглей, мы рѣшили вставить ея изложеніе. Оно заимствовано изъ книги: **Faye**. Sur l'origine du monde.—*Ред*.

„Такіе круговороты могутъ возникать не только въ жидкой, но и въ газообразной средѣ. Мы встрѣчаемъ ихъ въ нашей атмосферѣ. Въ ней образуются настоящія воздушныя рѣки, хорошо извѣстныя нашимъ воздухоплавателямъ. Онѣ расположены на различной высотѣ. Малѣйшая разница въ скорости одного воздушнаго потока, сравнительно съ другимъ, вызываетъ появленіе круговорота. Обыкновенно онъ спускается внизъ, до самой поверхности нашей планеты. Въ то же время онъ продолжаетъ поступательное движеніе, слѣдуя за верхнимъ потокомъ, въ которомъ получилъ начало. Мы наблюдаемъ тогда эти смерчи, эти ужасающіе ураганы, производящіе столько опустошеній...

„Смерчъ продолжается недолго. Но циклоны или смерчи огромныхъ размѣровъ существуютъ иногда цѣлыя недѣли, пробѣгаютъ съ быстротою скорыхъ поѣздовъ материки и моря и несутъ за собою грозы и бури, опрокидывающія и разрушающія все, что встрѣчается на пути.



69. **Пятно со спиральными складками.**
Наблюдалось Секки 5 мая 1854 года.

„Мы видимъ смерчъ только потому, что онъ окруженъ туманной оболочкой. Этотъ туманъ образуется вслѣдствіе того, что холодный токъ смерча или циклона, спускающійся изъ верхнихъ областей атмосферы, проникаетъ чрезъ слои влажнаго воздуха и производитъ осажденіе паровъ.

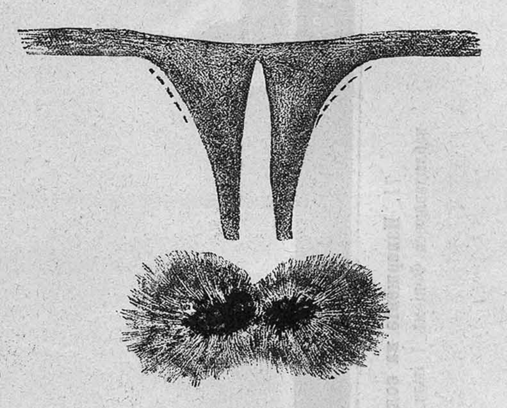
„Все это имѣетъ мѣсто и на солнцѣ. Въ фотосферѣ солнца существуютъ параллельные токи съ различными скоростями. Тамъ должны возникать и болѣе или менѣе значительные вихри. Малые вихри представляются намъ порами, большіе—солнечными пятнами. Въ порахъ мы находимъ всѣ свойства смерча, въ пятнахъ видимъ свойства циклоновъ.

„Расширенное устье солнечнаго циклона лежитъ на предѣлахъ фотосферы. Въ него проникаетъ сравнительно холодный водородъ хромосферы. На своемъ пути внизъ по воронкѣ этотъ холодный водородъ производитъ примѣтное пониженіе температуры и относительную темноту, зависящую отъ непрозрачности холоднаго водорода.

„На мѣстѣ образованія воронки фотосфера вдавлена. Токи паровъ или газовъ, проникающіе въ воронку, сгущаются на ея стѣнкахъ вслѣдствіе холода, который производится смерчемъ. Результатомъ сгущенія являются блестящія облачныя массы, вытянутыя вдоль стѣнокъ воронки. Мы видимъ ихъ чрезъ плотный слой водорода. Неудивительно, что онѣ кажутся намъ сѣроватыми. Изъ нихъ-то и составляется полутѣнь пятна. Облака полутѣни расположены снаружи, внѣ круговорота. Но иногда они участвуютъ въ вихревомъ движеніи смерча. Тогда полутѣнь пріобрѣтаетъ спиральное строеніе.

„Ниже солнечный круговоротъ становится все уже и уже. Газообразные потоки, стремящіеся изъ глубины солнца, не могутъ проникнуть внутрь воронки. Благодаря вращенію, они отбрасываются въ сторону. Отверстіе воронки остается свободнымъ отъ раскаленныхъ облаковъ. Узкая часть воронки проэктируется на фотосферу, какъ круглое черное пятно, окаймленное полутѣнью. Это—ядро пятна. Мы видимъ его сквозь толстый слой охлажденнаго водорода, сильно поглощающаго свѣтовые лучи. Естественно, что оно представляется намъ совершенно чернымъ...

„Слѣдовательно, пятна—это смерчи или вихри, проносящіяся по огненной поверхности солнца. Каждое пятно представляетъ форму воронки. Наблюдая пятно на солнцѣ, мы смотримъ на воронку сверху. Наблюдая смерчъ въ земной атмосферѣ, мы видимъ такую-же воронку сбоку. Въ обоихъ случаяхъ передъ нами одинъ и тотъ-же предметъ; только положеніе наблюдателя иное".



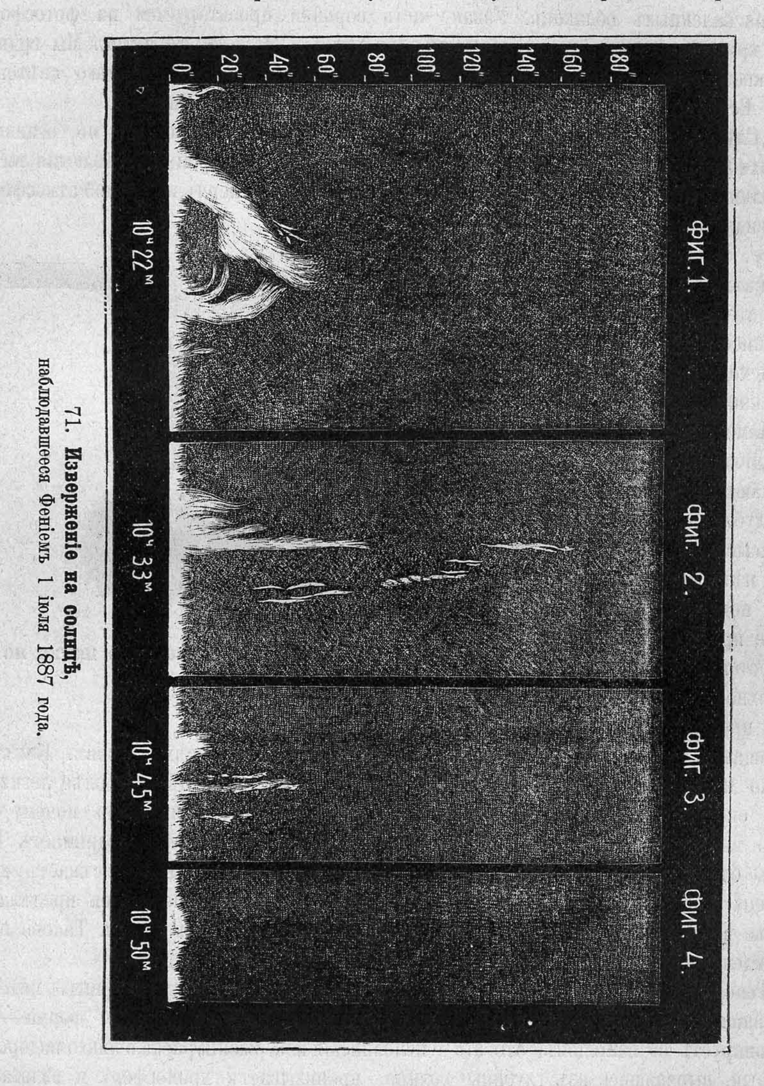
70. **Происхожденіе солнечнаго пятна по Фаю.**

Исходя изъ своей теоріи, Фай объясняетъ связь между пятнами, факелами и протуберанцами.

„Водовороты нашихъ рѣкъ увлекаютъ воду съ поверхности въ глубину. Тамъ частицы воды отбрасываются въ сторону. Но у нихъ нѣтъ ни малѣйшаго стремленія подняться наверхъ. Только легкіе предметы, увлеченные водоворотомъ, снова всплываютъ на поверхность рѣки... На солнцѣ дѣло происходитъ иначе. Вихри поглощаютъ водородъ хромосферы... Но водородъ легче всѣхъ газовъ. Какъ-бы сильно ни былъ сдавленъ онъ въ глубинѣ, всетаки онъ остается болѣе легкимъ, чѣмъ окружающая среда, наполненная металлическими парами. Вотъ почему онъ бурно вырывается на поверхность въ окрестностяхъ пятна. Онъ поднимаетъ при этомъ блестящія облака фотосферы и производитъ факелы. Онъ разсѣкаетъ хромосферу и струями поднимается въ пространство, расположенное за ея предѣлами. Массы раскаленнаго водорода принимаютъ самыя причудливыя формы. Таково происхожденіе протуберанцевъ..."

Теперь мы изложили главныя гипотезы относительно природы солнечныхъ пятенъ. Возвращаемся къ изверженнымъ протуберанцамъ. Ихъ появленіе, форма—все гармонируетъ со взглядомъ, что это—исполинскія изверженія раскаленнаго водорода, который, вырвавшись изъ глубины солнца, пронизываетъ хромосферу и взлетаетъ на вышину десятковъ и даже сотенъ тысячъ верстъ. Еще до затменія 1869 года, въ ту эпоху, когда въ протуберанцахъ видѣли образованія довольно постоянныя, я указывалъ, что, по всей вѣроятности, они мѣняютъ свои формы быстро. Къ этому приводило сопоставленіе отдѣльныхъ наблюденій, сдѣланныхъ во время полныхъ солнечныхъ затменій. Когда къ изслѣдованію протуберанцевъ примѣнили спектро-

скопъ, выяснилось, что, дѣйствительно, они измѣняютъ свои громадные размѣры и формы съ такою быстротою и вырываются съ такою силою, предъ которыми безсильно самое живое воображеніе. Нужно самому стоять предъ спектроскопомъ

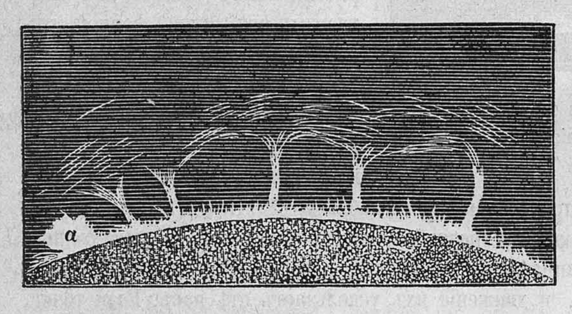


71. **Изверженіе на солнцѣ,** наблюдавшееся Феніемъ 1 іюля 1887 года.

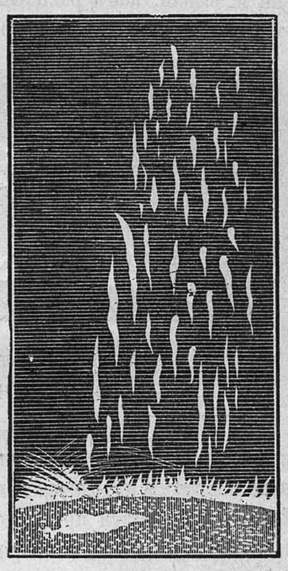
и смотрѣть на эти раскаленныя массы, на ихъ движенія и измѣненія; нужно вспомнить при этомъ, что весь земной шаръ на такомъ разстояніи казался бы маленькою черною точкою, что, брошенный въ огненный снопъ протуберанца, онъ исчезъ бы въ немъ, не измѣнивъ замѣтно ни его формы, ни движеній... Только тогда можно составить правильное понятіе о великолѣпіи этихъ явленій.

Вотъ, напримѣръ, изверженіе, наблюдавшееся Феніемъ въ Венгріи 1 іюля 1887 года. Сначала поднялись двѣ исполинскихъ огненныхъ колонны до 40 000 верстъ вышиною. Вершины ихъ склонялись одна къ другой; образовались какъ бы темныя ворота, чрезъ которыя свободно прошелъ бы весь земной шаръ. Черезъ 11 минутъ видъ протуберанца совершенно измѣнился: теперь это была громадная огненная струя, поднявшаяся до высоты 110 000 верстъ. Слѣдовательно, за эти нѣсколько минутъ раскаленныя массы сдѣлали около 70 000 верстъ. Это соотвѣтствуетъ скорости больше 100 верстъ въ секунду. Прошло еще 17 минутъ. На мѣстѣ протуберанца оставался только маленькій холмъ изъ раскаленнаго водорода. Напрасно наблюдатель старался открыть остатки раскаленныхъ массъ въ сосѣднихъ частяхъ солнечной атмосферы: ничего не было видно. Весь процессъ закончился въ 28 минутъ и представлялъ очевидно, страшный взрывъ на солнцѣ, въ связи съ изверженіемъ изъ его глубины.

Отмѣтимъ еще наблюденіе Юнга, сдѣланное 7 сентября 1871 года. „Какъ разъ въ полдень“ говоритъ онъ, „я изучалъ громадный протуберанцъ на западномъ краю солнца: онъ образовалъ не высокое, спокойное по виду облако, не обнаруживалъ особаго блеска и выдавался только громаднымъ протяженіемъ. Главная масса его состояла изъ горизонтальныхъ полосъ; самая нижняя изъ нихъ плавала надъ хромосферою на высотѣ 22 000 верстъ, но была связана съ хромосферою тремя или четырьмя отвѣсными колоннами, обладавшими яркимъ блескомъ. Облака имѣли 150 000 верстъ длины, а наибольшая высота, которой достигали они, равнялась 85 000 верстъ. Въ $12^1/_2$ часовъ я былъ на нѣсколько минутъ отозванъ; въ это время нельзя было замѣтить ничего, что указывало бы на предстоящее изверженіе; только соединительная колонна, находившаяся на южной сторонѣ облака, сдѣлалась болѣе блестящею и погнулась нѣсколько въ сторону, затѣмъ у основанія сѣверной колонны образовалась небольшая свѣтлая масса.



72. **Взрывъ на солнцѣ по Юнгу.**
Начало изверженія.

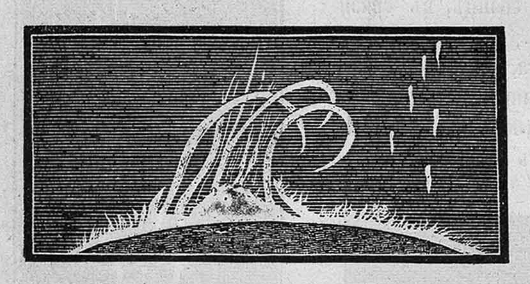


73. **Взрывъ на солнцѣ по Юнгу.**
Моментъ взрыва.

„Какъ велико было мое изумленіе, когда я вернулся въ 12 час. 55 мин. и увидѣлъ, что за это время весь протуберанцъ силою взрыва былъ буквально разорванъ на клочки. Гдѣ стояло спокойное облако, тамъ теперь солнечная атмосфера

была переполнена взлетѣвшими обрывками, толпою отдѣльныхъ вертикальныхъ, какъ бы жидкихъ нитей или языковъ; каждый изъ нихъ имѣлъ 7 000—20 000 верстъ въ длину и 1 500—2 000 верстъ въ ширину.

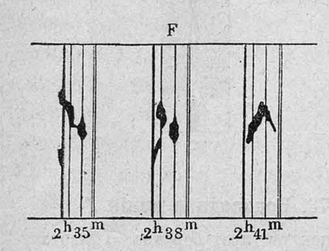
„Они были ярче всего и тѣснились гуще всего тамъ, гдѣ раньше находились колонны... Всѣ быстро поднимались въ вышину. Когда я впервые увидѣлъ явленіе, большинство этихъ нитей достигло вышины 154 000 верстъ; на моихъ глазахъ онѣ поднимались все выше и выше, пока не удалились, приблизительно, на 300 000 верстъ отъ поверхности солнца. Быстрота, съ какою вещество протуберанцевъ взлетѣло въ вышину, приближалась къ 250 верстамъ въ секунду. По мѣрѣ того, какъ огненные языки взлетали все выше и выше, блескъ ихъ слабѣлъ, и постепенно они исчезали, какъ расплывшееся облако. Въ 1 час. 15 мин. отъ громаднаго протуберанца осталось только нѣсколько яркихъ пучковъ да нѣсколько свѣтлыхъ полосъ около хромосферы: только они указывали мѣсто, гдѣ произошло величественное явленіе“.

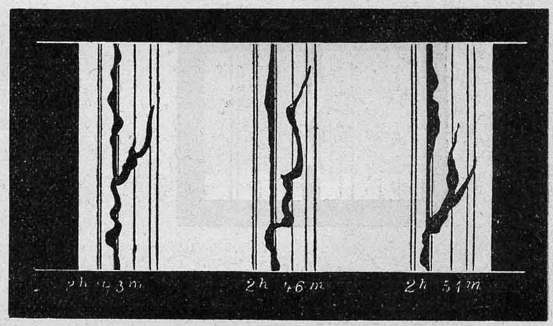


74. **Взрывъ на солнцѣ по Юнгу**. Конецъ изверженія.

Спектроскопъ показываетъ, что въ атмосферѣ солнца происходятъ исполинскіе вихри изъ раскаленныхъ массъ; это подтверждается самой формой нѣкоторыхъ протуберанцевъ. Но спектроскопъ позволяетъ измѣрить даже скорость этихъ движеній, и притомъ тогда, когда нашъ глазъ совсѣмъ не можетъ замѣтить ихъ, потому что они направлены прямо на наблюдателя. Представимъ, что движущіяся массы находятся какъ разъ на срединѣ обращенной къ намъ стороны солнца. Если онѣ движутся прямо по направленію къ наблюдателю, относительное положеніе ихъ среди диска не измѣняется, и движеніе ихъ ускользаетъ отъ насъ. Если точка, гдѣ совершается восходящее, отвѣсное движеніе, станетъ приближаться къ солнечному краю, наблюдателю придется созерцать это движеніе нѣсколько сбоку. Наконецъ, когда эта точка лежитъ на самомъ краю солнца, мы смотримъ на восходящій потокъ подъ прямымъ угломъ и можемъ видѣть его истинную форму и размѣры. Отмѣтивъ эти отношенія, я долженъ сдѣлать еще одно указаніе: если источникъ свѣта удаляется отъ насъ, его спектральныя линіи передвигаются ко красному концу спектра,— передвигаются сравнительно съ тѣмъ положеніемъ, какое занимали бы онѣ, если бы источникъ свѣта оставался неподвижнымъ. Если же, напротивъ, онъ приближается къ наблюдателю, спектральныя линіи перемѣщаются къ фіолетовому концу спектра. Величина этого перемѣщенія зависитъ отъ скорости, съ которой движется источникъ свѣта. Представимъ, что протуберанцъ расположенъ на самомъ краю солнца, что огненныя массы движутся вверхъ, перпендикулярно къ поверхности солнца. Обратившись къ спектроскопу, не замѣтимъ ни малѣйшаго передвиженія свѣтлыхъ спектральныхъ линій. Причина понятна: движенія, которыя совершаются въ протуберанцѣ, не направлены ни къ наблюдателю, ни отъ него; они составляютъ прямой уголъ съ линіей зрѣнія. Въ этомъ случаѣ движенія доступны непосредственному

наблюденію; спектроскопъ не нуженъ. Другое дѣло, когда протуберанцъ находится на срединѣ солнечнаго диска. Движеніе, въ общемъ, направлено прямо на наблюдателя и, слѣдовательно, при достаточной скорости можетъ обнаружиться въ перемѣщеніи спектральныхъ линій. Но какъ, вообще, наблюдать протуберанцъ на срединѣ солнечнаго диска? Непосредственное наблюденіе здѣсь безсильно. Опять приходитъ на помощь спектральный анализъ. Водородныя линіи C и F въ протуберанцахъ и хромосферѣ представляются свѣтлыми. Точныя изслѣдованія Локіера и Секки показали, что ихъ можно различить и на срединѣ солнечнаго диска—совершенно въ томъ видѣ, какъ онѣ являются въ протуберанцахъ. То же наблюдается близъ солнечныхъ пятенъ. Одна изъ этихъ линій, именно F, является и свѣтлою, и темною: свѣтлая линія отодвинута къ фіолетовому концу спектра, темная—ко красному. На что указываютъ эти перемѣщенія? Что происходитъ въ данномъ мѣстѣ солнечной



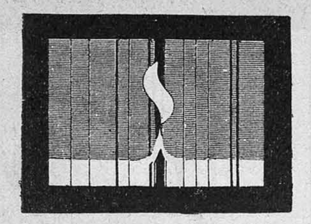


75. **Перемѣщеніе линіи F.** 76. **Перемѣщеніе линіи C.**

Перемѣщеніе наблюдалось Локіеромъ 22 сентября 1870 года. Величина перемѣщенія показываетъ, что массы водорода двигались со скоростью 400 километровъ въ секунду.

поверхности? Раскаленныя, сверкающія массы вещества съ огромной скоростью стремятся вверхъ; въ то же время охлажденныя массы, поглощающія свѣтовые лучи и потому превращающія свѣтлыя линіи въ темныя, съ такою же большою скоростью падаютъ внизъ. Локіеръ изъ своихъ наблюденій нашелъ, что наибольшая скорость этихъ движеній въ вертикальномъ направленіи равна 40 англійскимъ милямъ въ секунду, въ горизонтальномъ доходитъ даже до 120 англійскихъ миль въ секунду. Протуберанцы, которые происходятъ, благодаря такимъ громаднымъ и стремительнымъ потокамъ раскаленныхъ газовъ, представляютъ всѣ характерные признаки изверженій. Такія изверженія должны быть неизбѣжнымъ слѣдствіемъ разности въ давленіи. Это доказано прямыми наблюденіями. О существованіи и движеніи протуберанцевъ, расположенныхъ на солнечномъ дискѣ, судятъ, главнымъ образомъ, по свѣтлой линіи F, которая заключена внутри одноименной темной линіи. Эта свѣтлая линія представляется расширенной. Мы уже выяснили, что расширеніе спектральной линіи указываетъ на повышеніе давленія, подъ которымъ находится раскаленный газъ. Слѣдовательно, причиной изверженій является громадное давленіе, которое господствуетъ въ глубинѣ солнца. Чтобы объяснить съ этой точки зрѣнія восходящее движеніе газообразныхъ массъ, необходимо дальнѣйшее предположеніе:

между поверхностью солнца и хромосферы долженъ находиться промежуточный слой, который раздѣляетъ области очень неравной температуры и очень неравнаго давленія. Что касается физическихъ свойствъ этого промежуточнаго слоя, ни въ какомъ случаѣ нельзя представлять его газообразнымъ. Еще меньше основаній считать его твердою корою, облекающею солнце: это противорѣчитъ даннымъ спектроскопическихъ и астрономическихъ изслѣдованій, которыми установлена для солнца страшно высокая температура. Остается принять этотъ промежуточный слой за раскаленную жидкость. Но мы видѣли, что солнечныя пятна происходятъ тоже на какой-то жидкой поверхности. Вотъ почему проще и естественнѣе всего, какъ указываетъ Целльнеръ, считать тожественными: эту жидкую поверхность и поверхность упомянутаго промежуточнаго слоя. Этому слою пришлось бы приписать тогда толщину около 8 угловыхъ секундъ или 750—800 географическихъ миль.



77. **Водородная линія F**

въ спектрѣ протуберанца 8 іюня 1871 г. Наблюденіе Фогеля. Расширеніе свѣтлой линіи свидѣтельствуетъ о высокомъ давленіи. Перемѣщеніе ея концовъ показываетъ, что массы раскаленнаго водорода охвачены вихревымъ, вращательнымъ движеніемъ.

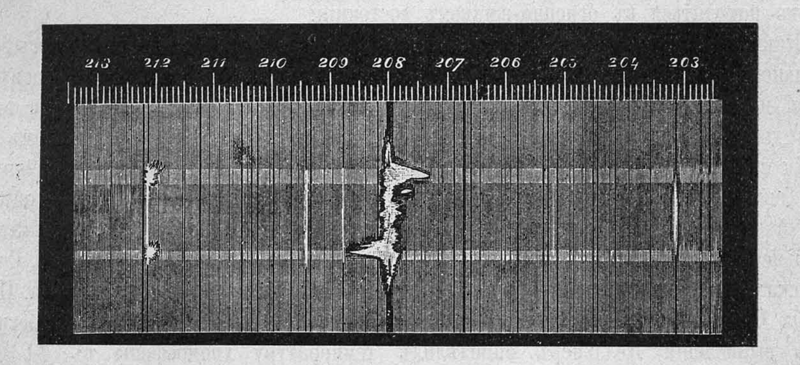


78. **Водородная линія F**

въ спектрѣ протуберанца 5 марта 1871 года. Наблюденіе Фогеля. Форма свѣтлой линіи говоритъ о вращательномъ движеніи. Скорость движенія 160 километровъ въ секунду.

Раскаленныя массы, прорвавшіяся чрезъ этотъ промежуточный слой, состоятъ почти исключительно изъ водороднаго газа. Свойства этого газа изучены; величина тяжести на поверхности солнца и высота, до которой поднимаются протуберанцы, также извѣстны. Отсюда легко вычислить механическую работу, которая необходима, чтобы произвести данное дѣйствіе. Механической работѣ соотвѣтствуетъ опредѣленный эквивалентъ теплоты; зная его и принимая во вниманіе теплоемкость водорода, можно опредѣлить, наконецъ, температуру той части солнца, гдѣ происходятъ наблюдаемыя явленія. Такимъ путемъ Целльнеръ нашелъ, что въ томъ пространствѣ, откуда вырывается протуберанцъ вышиною въ 90 угловыхъ секундъ или въ 9 000 миль, должна господствовать абсолютная температура около 40 000 градусовъ Цельсія. Для протуберанцевъ, высота которыхъ вдвое больше, эту температуру нужно увеличить почти вдвое. Что же касается давленія газа, Целльнеръ находитъ, что въ плоскости отверстія, черезъ которое вырывается протуберанцъ, оно равно 200 000 атмосферъ, во внутреннемъ пространствѣ—4 000 000 атмосферъ. При этихъ вычисленіяхъ Целльнеръ исходитъ изъ представленія, что массы раскаленнаго водорода собраны близъ поверхности солнца въ пустотахъ и при соотвѣтственной разницѣ въ давленіи, вырываются оттуда въ видѣ изверженныхъ протуберанцевъ. Эти пу-

стоты окружены огненно-жидкимъ веществомъ, которое наполняетъ всю внутренность солнечнаго шара. Возможно и другое предположеніе, что вся внутренность солнца наполнена раскаленнымъ водородомъ, и что этотъ громадный газообразный шаръ окруженъ жидкою оболочкою, „промежуточнымъ слоемъ". Съ перваго взгляда кажется, что такая теорія объясняетъ всѣ явленія такъ же хорошо и даже еще проще, чѣмъ первая. Но Целльнеръ доказалъ, что, въ концѣ концовъ, она сводится къ первой. Въ самомъ дѣлѣ, допустимъ ее. Согласно съ механикой, устойчивое равновѣсіе установится лишь въ томъ случаѣ, если удѣльный вѣсъ жидкой оболочки меньше, чѣмъ удѣльный вѣсъ газообразныхъ слоевъ, лежащихъ непосредственно подъ нею. Но плотность газообразнаго шара неизбѣжно возростаетъ отъ поверхности къ центру. Ясно, что удѣльный вѣсъ оболочки долженъ быть меньше, чѣмъ сред-



79. **Перемѣщеніе водородной линіи.**
Наблюденіе Юнга—3 августа 1872 года.
Въ верхней части линія перемѣстилась къ красному концу спектра; изъ величины перемѣщенія можно вывести, что часть водородной массы удаляется отъ насъ со скоростью 350 верстъ въ секунду. Внизу линія перемѣстилась къ фіолетовому концу спектра; это показываетъ, что другая часть раскаленныхъ газовъ приближается къ намъ со скоростью 375 в. въ секунду.

няя плотность солнца. Припишемъ оболочкѣ, какъ высшій предѣлъ, среднюю плотность солнца. Это значило бы допустить, что всѣ слои газа, расположенные ниже жидкой оболочки, обладаютъ одинаковымъ удѣльнымъ вѣсомъ. Въ самомъ дѣлѣ: удѣльный вѣсъ ихъ даже въ самыхъ внѣшнихъ частяхъ не можетъ быть меньше, потому что тогда оболочка превосходила бы ихъ своею плотностью, а это несовмѣстимо съ устойчивымъ равновѣсіемъ. Но удѣльный вѣсъ верхнихъ и всѣхъ, вообще, слоевъ газа внутри солнца не можетъ быть также больше, чѣмъ у жидкой оболочки, потому что тогда средняя плотность солнца была бы больше плотности оболочки, а это противорѣчитъ сдѣланному предположенію. Значитъ, въ этомъ случаѣ удѣльный вѣсъ всѣхъ слоевъ газообразной внутренности солнца долженъ быть одинаковъ. Но въ газообразномъ шарѣ плотность возростаетъ отъ поверхности до центра. Слѣдовательно, внутренность солнца не могла бы представлять изъ себя газообразнаго шара. Скорѣе она должна состоять изъ жидкости, которая не сжимается и потому во всѣхъ частяхъ обладаетъ одинаковымъ удѣльнымъ вѣсомъ. Но этимъ путемъ мы

приходимъ именно къ теоріи Целльнера, по которой газообразные потоки водорода вырываются изъ пустотъ, заключенныхъ въ жидкой массѣ. Сравнительно со всей огненно-жидкой внутренностью солнца, эти громадныя количества газовъ являются только мѣстными скопленіями, расположенными близъ поверхности. По массѣ и протяженію они ничтожны, если сопоставить ихъ съ жидкимъ шаромъ солнца.

Теорія, приписывающая солнцу огненно-жидкое ядро, подтверждается также, если вычислить давленіе, которое господствуетъ внутри солнца. Уже на глубинѣ 139 миль отъ поверхности вычисленіе указываетъ неимовѣрно-высокое давленіе въ 4 000 000 атмосферъ или 60 000 000 футовъ на каждый квадратный дюймъ. На большей глубинѣ давленіе возростаетъ необыкновенно быстро. Правда, тамъ царитъ страшный жаръ, который препятствуетъ сжиманію газовъ. Но давленіе оказывается настолько сильнѣе, что, несмотря на высокую температуру, газы внутри солнца могутъ находиться въ огненно-жидкомъ состояніи.

Какъ высока температура самыхъ верхнихъ слоевъ солнечной массы? По Целльнеру, она несравненно выше той, которая получается при сжиганіи гремучей смѣси изъ кислорода и окиси углерода, когда, по работамъ Бунзена, жаръ доходитъ до 3 000 градусовъ Цельсія. Эта высокая оцѣнка стоитъ въ полномъ согласіи съ общимъ мнѣніемъ. Секки былъ склоненъ приписывать солнцу температуру еще болѣе высокую: отъ 5 до 10 милліоновъ градусовъ. Но это — оцѣнка неточная, основанная на ошибочныхъ предположеніяхъ. Рядомъ съ результатами Целльнера, она не имѣетъ никакого значенія. Опредѣляя температуру солнца, Секки допускалъ пропорціональность между лучеиспусканіемъ и температурою тѣла. Изысканія Соре показали, что такой пропорціональности нѣтъ. Изъ своихъ послѣднихъ вычисленій Целльнеръ опредѣлилъ температуру хромосферы въ 61 350° Цельсія. При этомъ онъ самъ предупреждаетъ, что въ опытныхъ данныхъ, которыя положены въ основу вычисленій, допускается значительная неточность. Поэтому, въ настоящее время можно говорить только о приблизительныхъ опредѣленіяхъ. Любопытно прослѣдить, какимъ путемъ пришелъ Целльнеръ къ своему выводу. Теоретическое основаніе его метода—законъ Маріотта и Гей-Люссака. Эмпирическія данныя, необходимыя для его примѣненія, это: отношеніе между плотностями двухъ различныхъ слоевъ водородной атмосферы и разстояніе между этими слоями. Спектроскопъ позволяетъ намъ наблюдать часть раскаленной водородной атмосферы, такъ-называемую хромосферу; можно опредѣлить среднюю высоту этого слоя въ тѣхъ мѣстахъ солнечнаго края, гдѣ, судя по отсутствію протуберанцевъ, установилось извѣстное состояніе равновѣсія. Остается опредѣлить, хотя бы только приблизительно, отношеніе между плотностями или между давленіями на верхней и нижней границѣ хромосферы. Тогда мы обладали бы обоими данными, которыя нужно вставить въ формулу, чтобы опредѣлить среднюю температуру для хромосферы. Целльнеръ и показываетъ, что такое приблизительное опредѣленіе возможно. Нужно знать отношеніе давленій, существующихъ на верхней и нижней границѣ хромосферы; вмѣсто него, можно взять отношеніе давленій, внутри которыхъ здѣсь, на землѣ, наблюдаются такія же измѣненія водороднаго спектра, какія замѣчены при изслѣдованіи обѣихъ границъ хромосферы. Такія измѣненія, по Вюлльнеру, происходятъ при давленіяхъ въ 2 240 миллиметровъ и въ 1 миллим. Что-же касается до высоты хромосферы, наблюденія показываютъ, что въ наиболѣе

спокойныхъ мѣстахъ солнечной поверхности она равна, приблизительно, 10 угловымъ секундамъ. Такъ получаются обѣ численныя величины, которыхъ требуетъ формула Целльнера.

Мы видѣли, что на краю солнца и на его дискѣ всегда существуютъ протуберанцы. Разсмотримъ теперь, какъ распредѣлены они въ различныхъ частяхъ солнечной поверхности и какъ связаны съ солнечными пятнами и факелами.

Профессоръ Респиги произвелъ очень цѣнныя наблюденія надъ распредѣленіемъ протуберанцевъ по различнымъ градусамъ широты. Изо дня въ день изслѣдовалъ онъ край солнца, срисовывая наблюдавшіеся протуберанцы. Оказалось, что на южномъ полушаріи солнца число и размѣры протуберанцевъ больше, чѣмъ на сѣверномъ. Въ полярныхъ областяхъ солнца, на протяженіи 20 градусовъ отъ обоихъ полюсовъ протуберанцы выступаютъ рѣдко или даже совсѣмъ не появляются. Это относится къ крупнымъ протуберанцамъ, а не къ тѣмъ мелкимъ выступамъ, которые, подобно зубцамъ, покрываютъ хромосферу. Въ экваторіальныхъ областяхъ солнца крупные протуберанцы встрѣчаются также крайне рѣдко; ихъ наблюдаютъ здѣсь далеко не такъ часто, какъ въ болѣе высокихъ широтахъ. Всего многочисленнѣе протуберанцы— въ обоихъ поясахъ пятенъ. Но ихъ можно видѣть также подъ 40—45° широты, хотя большія пятна тамъ—рѣдкость. Слѣдовательно, протуберанцы стоятъ въ извѣстномъ отношеніи къ пятнамъ. Это подтверждается и другими наблюденіями. По изысканіямъ Респиги, хромосфера около пятенъ остается низкою, ровною и очень свѣтлою, и отъ ядра пятенъ поднимаются только очень слабые протуберанцы, или же не бываетъ совсѣмъ никакихъ. Напротивъ, вблизи пятенъ появляются громадные протуберанцы съ бурными движеніями, которые содержатъ не только водородъ, но, какъ показываютъ ихъ спектральныя линіи, и другія вещества. Обыкновенно эти линіи соотвѣтствуютъ натрію, магнію и желѣзу. Но выступаютъ также линіи, которыя нельзя приписать ни одному изъ веществъ, извѣстныхъ на землѣ, но которыя однако видимы на всемъ протяженіи протуберанца отъ основанія до вершины.



80. **Пятно близъ края солнечнаго диска.**
Наблюденіе 5 октября 1871 года. Видно, что пятно окружено струями водорода.

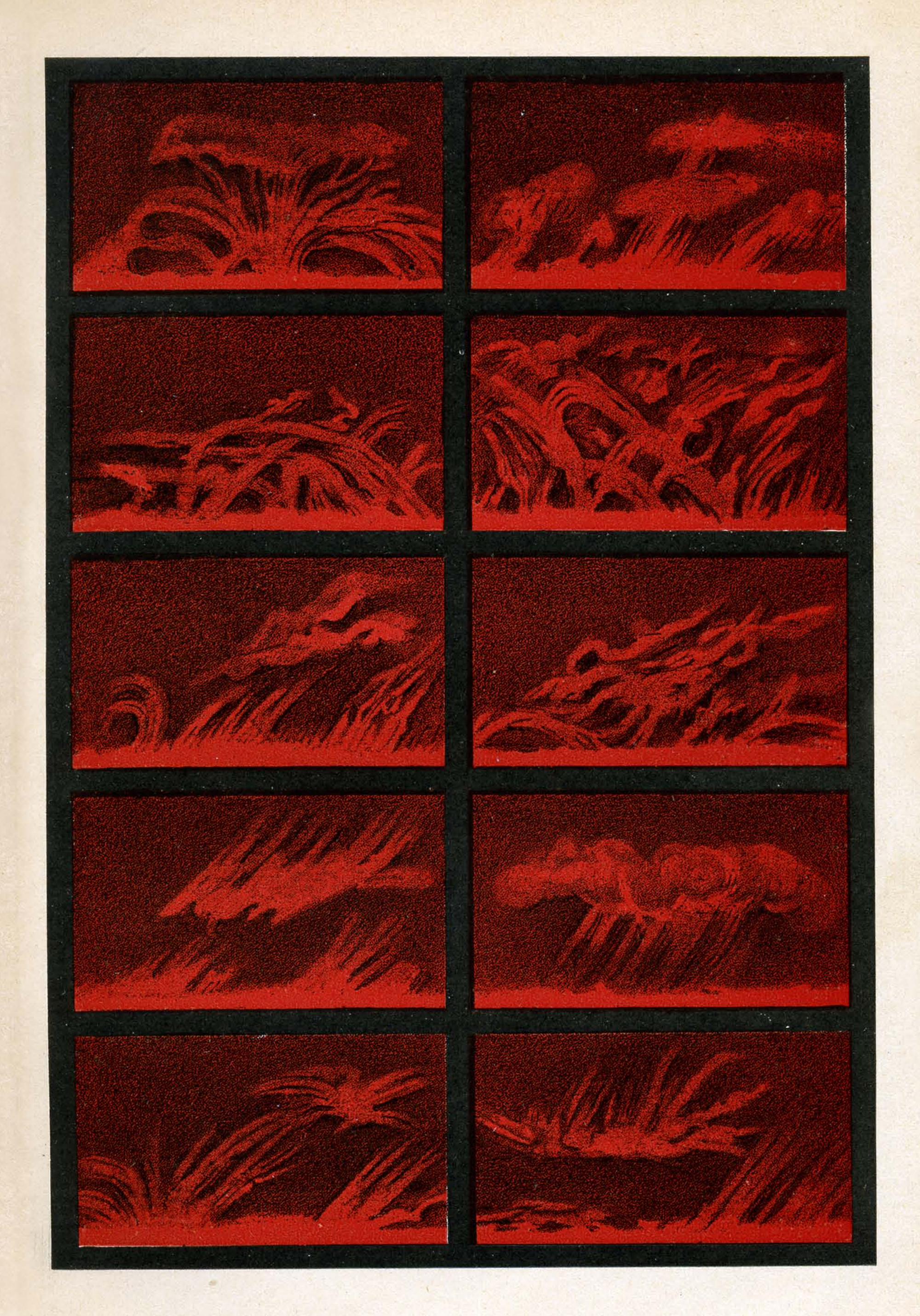
Что касается продолжительности существованія протуберанцевъ, наблюденія Респиги показали, что нѣкоторые изъ нихъ образуются и исчезаютъ въ нѣсколько минутъ, другіе же долго сохраняютъ свою форму. Наибольшую измѣнчивость обнаруживаютъ тѣ протуберанцы, которые происходятъ въ сосѣдствѣ съ солнечными пятнами. Самые долговѣчные это — тѣ, которые являются по ту сторону пояса пятенъ, до 70° широты. Иногда Респиги удавалось снова видѣть ихъ по окончаніи полнаго оборота солнца около оси. Слѣдя за ними, онъ вывелъ для вращенія солнца въ этихъ высокихъ широтахъ почти ту же величину, какую дали наблюденія надъ пятнами въ широтахъ, болѣе близкихъ къ экватору. Отсюда слѣдуетъ, что у этихъ протуберанцевъ совсѣмъ нѣтъ собственнаго движенія; они позволяютъ

опредѣлить для солнца истинную продолжительность вращенія; результатъ не совпадаетъ съ тѣмъ, какой выведенъ изъ наблюденій надъ пятнами, особенно въ болѣе высокихъ широтахъ. Вообще, Респиги нашелъ, что на появленіе протуберанца указываетъ отдѣленіе свѣтлой точки или полосы отъ хромосферы, что изъ этой точки поднимаются въ вышину тонкіе лучи, падающіе въ видѣ параболы, что эти лучи соединяются съ болѣе крупными облачными массами, и что затѣмъ они или скоро падаютъ на солнце, или, продолжая подниматься, достигаютъ вышины въ 10 000 20 000 и даже 30 000—35 000 миль.



81. **Протуберанцъ,**
наблюдавшійся Винлокомъ 29 апрѣля 1872 года.

Съ наблюденіями Респиги совпадаютъ, вообще, наблюденія Секки. Онъ нашелъ, что на всякомъ полушаріи солнца есть два пояса, въ которыхъ число пятенъ наибольшее. Большинство протуберанцевъ выступаетъ въ области пятенъ и факеловъ. Затѣмъ по направленію къ полюсу число ихъ убываетъ, но на 75° широты снова увеличивается. Что касается внѣшняго вида протуберанцевъ, Секки различаетъ двѣ характерныя формы: протуберанцы облачные и нитеобразные. Часть нитеобразныхъ протуберанцевъ, которые въ дѣйствительности являются громадными и мощными потоками газовъ, увѣнчана на вершинѣ красноватыми облаками. Такія облачныя массы можно сравнить съ нашими перистыми облаками, когда они разметаны сильнымъ вѣтромъ. Это описаніе Секки вполнѣ согласно съ наблюденіями Шперера, которыя были изложены раньше.

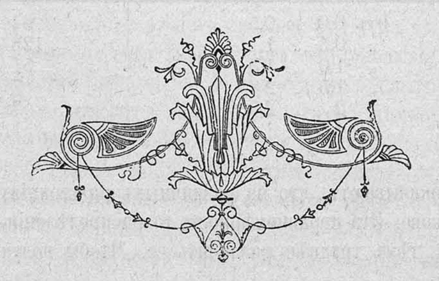


Различные типы протуберанцевъ.

По Секки.

Связь протуберанцевъ съ факелами и пятнами до сихъ поръ вполнѣ не выяснена. Существуетъ, повидимому, прямое отношеніе между протуберанцами и факелами. Таковъ взглядъ профессора Шперера. Онъ видитъ въ протуберанцахъ предшественниковъ группы пятенъ, которая явится позже. Онъ думаетъ, что тусклыя поверхности, расположенныя между блестящими полосами факеловъ, быть можетъ, означаютъ мѣсто протуберанцевъ. Пытались доказать связь протуберанцевъ съ факелами и пятнами, пользуясь полными солнечными затменіями. Обыкновенно попытки оставались напрасными. Самые точные результаты доставило затменіе 28 іюля 1851 года. Громадный изогнутый протуберанцъ, явившійся тогда, почти вполнѣ совпалъ съ мѣстомъ блестящихъ факеловъ, которые лежали на краю солнца; между тѣмъ ближайшія пятна были отдѣлены очень значительнымъ промежуткомъ. Юлій Шмидтъ вывелъ тогда изъ своихъ наблюденій, что эти факелы представляли, вѣроятно, основаніе протуберанца. Въ самомъ дѣлѣ, если вспомнить, съ какой громадной энергіей происходитъ изверженіе большихъ протуберанцевъ, становится вѣроятнымъ, что тѣ точки, гдѣ вырываются газы, будутъ отличаться отъ другихъ особенною яркостью. Итакъ, можно установить соотношеніе между основаніями протуберанцевъ и факелами, не выставляя невѣроятныхъ гипотезъ. Мы видѣли, что наблюденія подтверждаютъ общую связь между обоими явленіями.

Я описалъ солнце согласно съ результатами, къ которымъ приводитъ современная наука. Я изобразилъ его величіе и пытался дать понятіе о громадныхъ количествахъ механической силы, которыя въ каждое мгновеніе изливаются этимъ раскаленнымъ шаромъ. Мы нашли тамъ запасъ живой силы, который подавляетъ воображеніе, который кажется неистощимымъ при самыхъ большихъ тратахъ. Кажется,—но такъ ли это въ дѣйствительности? Мы можемъ теперь отвѣтить: нѣтъ. Запасъ живой силы, скрытой въ солнцѣ, громаденъ; но онъ можетъ истощиться — и онъ истощится, онъ долженъ истощиться. Эти исполинскія движенія, этотъ дикій круговоротъ огненныхъ силъ, которыя милліоны лѣтъ вели и еще будутъ вести свою игру на солнцѣ, все это прекратится: время свяжетъ все и наложитъ оковы на всѣ движенія на солнцѣ. Громадная пустыня, мертвая, оцѣпенѣлая, лишенная движеній, явится тамъ, гдѣ раньше страшный жаръ взбрасывалъ въ раскаленную атмосферу огненные снопы величиною съ землю, и поддерживалъ органическую жизнь на далекихъ планетахъ. Когда наступитъ это время истощенія для солнца, я не знаю, и никто знать не можетъ. Но когда оно придетъ, всѣ слѣды нашего существованія будутъ развѣяны, и даже памяти о насъ не будетъ.



V.

Природа кометъ и положенiе ихъ во вселенной.

Число кометъ и распредѣленiе ихъ перигелiевъ по разстоянiю отъ солнца.— Распредѣленiе кометныхъ орбитъ относительно эклиптики.—Какъ опредѣлить число кометъ въ солнечной системѣ: принципъ Ламберта.—Мысли Ламберта относительно жизни на кометахъ.—Физическiя свойства кометъ.—Результаты спектрально-аналитическаго изслѣдованiя. — Цельнерова теорiя кометъ. — Связь между кометами и падающими звѣздами. — Изслѣдованiя Бредихина относительно кометныхъ хвостовъ. — Кометы нельзя считать компактными, неизмѣнными мiровыми тѣлами: это — системы тѣлъ, которыя, при извѣстныхъ условiяхъ, съ теченiемъ времени распадаются.— Положенiе кометъ во вселенной.—Распаденiе кометъ и образованiе новыхъ кометъ. — Зодiакальный свѣтъ.

Разсуждая о происхожденiи мiра, до сихъ поръ мы не упоминали о кометахъ. Занимая замѣчательное положенiе въ солнечной системѣ, эти свѣтила представляютъ интересъ и въ томъ случаѣ, если мы обращаемся къ царству неподвижныхъ звѣздъ и туманностей и разсматриваемъ вселенную съ высшей точки зрѣнiя. Съ древнѣйшихъ временъ кометы привлекали человѣческую мысль. Прошли вѣка, даже тысячелѣтiя, а усилiя, потраченныя на рѣшенiе этой задачи, оставались напрасными. Въ концѣ концовъ, всетаки удалось преодолѣть встрѣтившiяся трудности и освѣтить значенiе кометъ во вселенной.

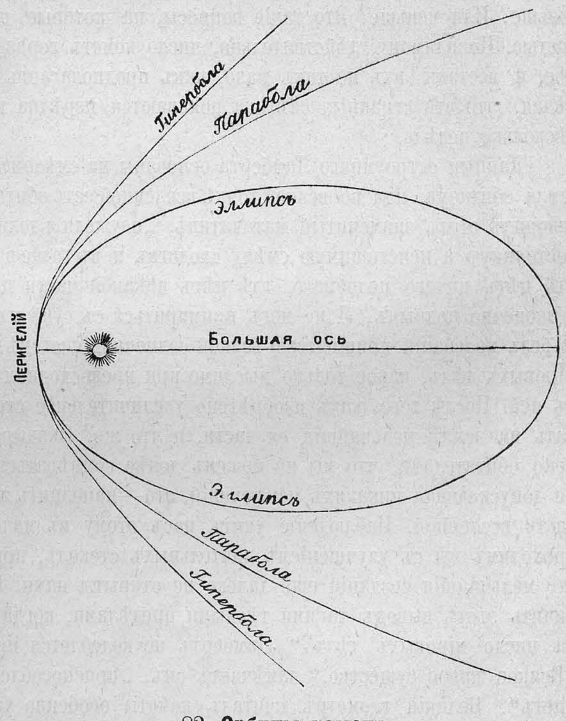
Число ихъ въ солнечной системѣ необычайно велико. Только ничтожнѣйшая часть ихъ доступна нашему взору, хотя бы мы пользовались сильнѣйшими телескопами. До сихъ поръ не наблюдали ни одной кометы, перигелiй которой лежалъ бы за орбитою Юпитера. Изъ всѣхъ извѣстныхъ кометъ наибольшее разстоянiе отъ солнца представляла комета 1729 года.; но и у ней перигелiй на 24 милліона миль ближе къ солнцу, чѣмъ орбита Юпитера. Перигелiи большинства кометъ расположены между 8 и 20 миллiонами миль, если считать отъ солнца,—слѣдовательно, между орбитами Меркурiя и земли. Приводимъ таблицу, гдѣ обозначены разстоянiя перигелiевъ для 258 кометъ, наблюдавшихся до 1874 года.

Разстоянiе перигелiевъ въ доляхъ радiуса земной орбиты.	Число кометъ.
Отъ 0,0 до 0,5	64
„ 0,5 „ 1	128
„ 1,0 „ 1,5	51
„ 1,5 „ 2	7
„ 2 „ 2,5	7
„ 4	1

Данныя числа показываютъ, что на различныхъ разстоянiяхъ отъ солнца число перигелiевъ неодинаково. Эта неравномѣрность въ распредѣленiи—только кажущаяся. Чѣмъ дальше комета, тѣмъ труднѣе различить ее. Чтобы получить истинное число

перигеліевъ, заключенныхъ внутри извѣстной орбиты, необходимо было бы принимать во вниманіе, насколько доступны кометы при данномъ разстояніи. Въ самомъ дѣлѣ, нельзя же предположить, что за орбитою Юпитера нѣтъ ни одной кометы. Періодическія кометы въ теченіе большей части оборота движутся на такихъ разстояніяхъ, которыя лежатъ за предѣлами видимости кометъ. Мы знаемъ, что онѣ движутся тамъ, но слабость свѣта мѣшаетъ видѣть ихъ во всякое время.

Какъ расположены пути кометъ относительно плоскости земной орбиты? Раньше думали, что при совершенно случайномъ распредѣленіи всѣ углы наклоненія одинаково вѣроятны, слѣдовательно, должны встрѣчаться одинаково часто. Гурно первый замѣтилъ, что это невѣрно. Если распредѣленіе случайно, отсюда слѣдуетъ другой выводъ: полюсы плоскостей кометныхъ орбитъ распредѣлены на небесномъ сводѣ равномѣрно. Согласно съ этимъ принципомъ, Скіапарелли изслѣдовалъ распредѣленіе кометныхъ орбитъ и нашолъ, что онѣ нѣсколько тѣснѣе сгруппированы около эклиптики; но есть вѣскія доводы въ пользу мнѣнія, что эта неравномѣрность совершенно случайна.



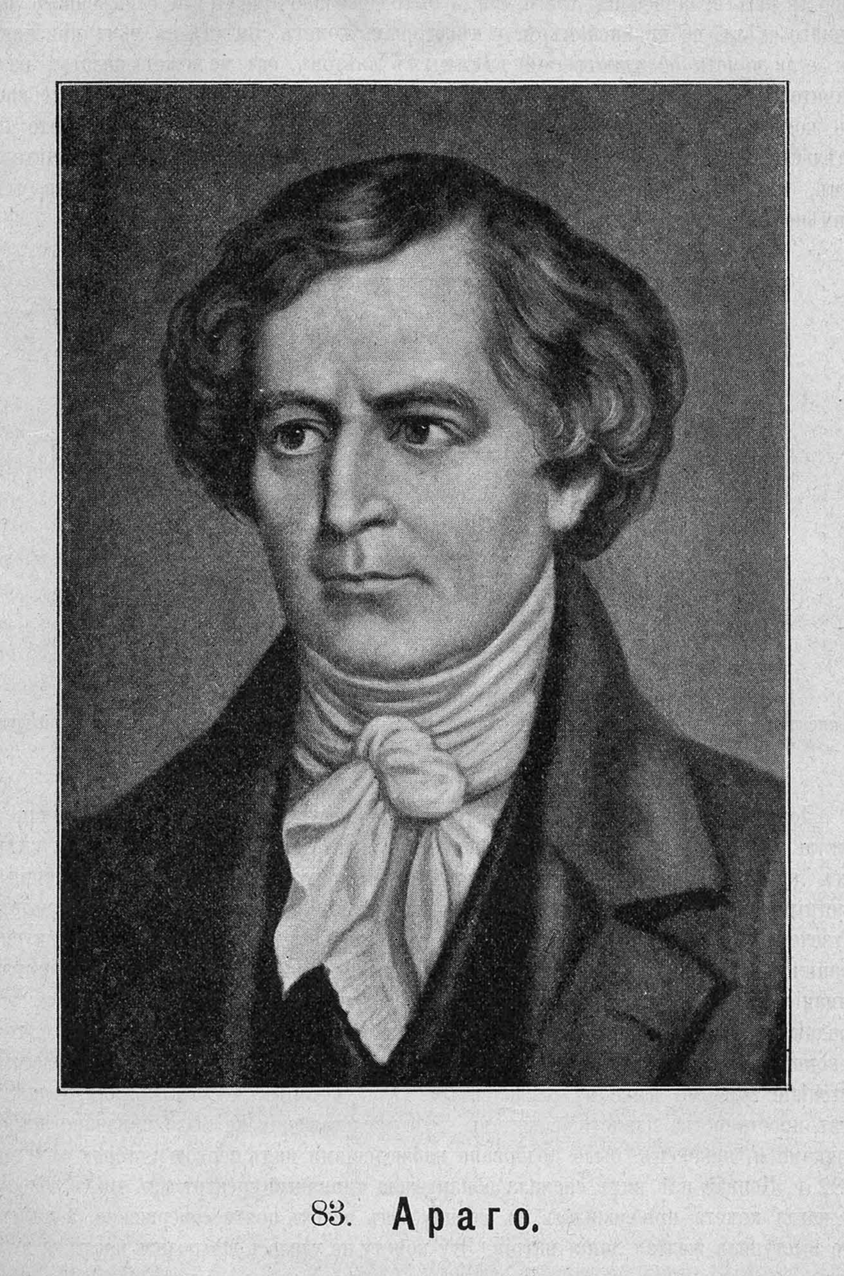
82. **Орбиты кометъ.**

Въ прошломъ столѣтіи Ламбертъ сдѣлалъ попытку опредѣлить число кометъ, движущихся въ предѣлахъ нашей солнечной системы. Онъ исходилъ изъ представленія, что число это велико, насколько возможно, и что на тверди нѣтъ пути, на которомъ не двигалось бы міровое тѣло. Представимъ, что перигеліи кометныхъ орбитъ распредѣлены въ пространствѣ равномѣрно. Количества ихъ, заключенныя внутри извѣстныхъ планетныхъ орбитъ, относятся какъ кубы радіусовъ этихъорбитъ. Такъ можно опредѣлить истинное число перигеліевъ. Но вѣдь всякому перигелію должна соотвѣтствовать орбита, по которой комета могла бы нестись свободно и безпрепятственно. Поэтому многіе перигеліи и соотвѣтствующія имъ орбиты придется отбросить, и число орбитъ будетъ возростать пропорціонально квадратамъ разстояній, какими отдѣлены отъ солнца ихъ перигеліи. Представимъ отдѣльные перигеліи, какъ концы 12 шестовъ, у которыхъ другіе концы направлены во всѣ стороны по радіусамъ. Между

свободными концами этихъ шестовъ остаются пространства, гдѣ можно помѣстить 12 другихъ шестовъ. Эти послѣдніе оставляютъ промежутки для слѣдующихъ; при этомъ разстояніе отъ центра каждый разъ увеличивается. Число шестовъ будетъ возростать пропорціонально квадратамъ разстояній отъ центра. Вычислимъ на этомъ основаніи, сколько кометъ помѣщается въ солнечной системѣ внутри орбиты Нептуна. Радіусъ орбиты Меркурія относится къ радіусу орбиты Нептуна, какъ $1:78$; внутри орбиты Меркурія расположены перигеліи 43 кометъ; получается пропорція: $1:78^2 = 43:X$. X — это искомое число кометъ. Выходитъ, что въ данныхъ предѣлахъ заключено 261 612 кометъ. Вѣрно ли это? Или же истинное число кометъ больше? Или меньше? Это такіе вопросы, на которые нельзя отвѣтить съ увѣренностью. Повидимому, дѣйствительно, число кометъ гораздо меньше, чѣмъ думали ранѣе, и всетаки ихъ не такъ мало, какъ предполагаетъ обыкновенный зритель, замѣчая, что эти странныя свѣтила появляются изрѣдка и исчезаютъ быстро, черезъ нѣсколько недѣль.

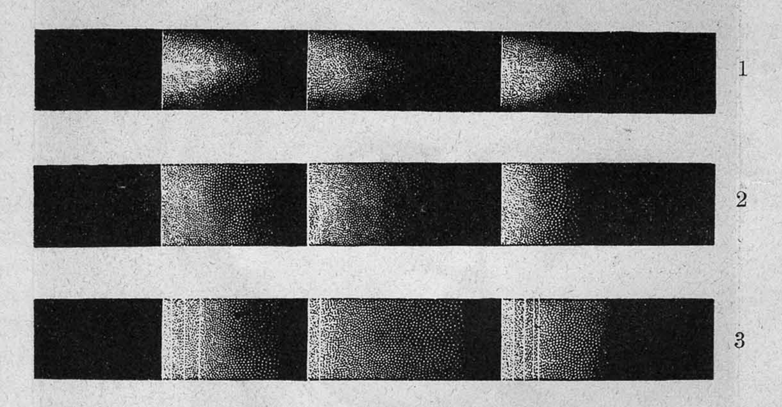
Данныя остроумнаго Ламберта основаны на смѣломъ положеніи: или одна только земля обитаема, или во всякой точкѣ вселенной есть обитатели и созданія. „Неужели“, говорилъ этотъ знаменитый математикъ, „неужели я долженъ считать совершенствомъ постоянную и неистощимую смѣну сходствъ и въ то же время допускать пустыя мѣста, гдѣ нѣтъ ничего подобнаго, гдѣ нѣтъ никакой части цѣлаго, которое должно быть безконечно полнымъ? Я не могъ примириться съ существованіемъ такихъ пробѣловъ. Я безъ колебаній приписываю всякой солнечной системѣ такое количество обитаемыхъ міровыхъ тѣлъ, какое только мыслимо при превосходномъ порядкѣ, господствующемъ въ ней. Послѣ того, какъ изобрѣтено увеличительное стекло, мы можемъ разсматривать на землѣ мельчайшія ея части, и что же? Оказывается, все настолько наполнено обитателями, что мы не можемъ долѣе сомнѣваться въ истинѣ: цѣль творенія, не допускающая никакихъ исключеній, это—наполнить жизнью и обитателями всякую часть вселенной. Наблюденіе учитъ насъ этому въ маломъ, и тѣ ступени, которыя проходимъ мы съ улучшеніемъ зрительныхъ стеколъ, приводятъ къ точному выводу, что мельчайшія созданія еще далеко не открыты нами. Почему же мы должны ограничить этотъ выводъ такими тѣсными предѣлами, когда хотимъ распространить его на число міровыхъ тѣлъ?“ Ламбертъ не колеблется признать обитаемость кометъ. „Всякое живое существо,“ замѣчаетъ онъ, „приспособлено къ мѣсту, которое занимаетъ“. Великій геометръ считалъ кометы особенно удобнымъ мѣстопребываніемъ для астрономовъ, „которые созданы, чтобы созерцать строеніе неба, положеніе всякаго солнца, положеніе и орбиты планетъ, спутниковъ и кометъ въ ихъ общей связи. Нужны громадные промежутки времени, чтобы ихъ жилище могло перейти отъ одного солнца къ другому или найти новый путь вокругъ солнца. Вѣка должны мелькать предъ ними, какъ отдѣльные часы, и безсмертіе должно быть ихъ удѣломъ, потому что время дается, сообразно съ потребностями. Такъ, у насѣкомыхъ на землѣ жизнь ограничена всего нѣсколькими часами, потому что для ихъ дѣлъ этого времени достаточно“.

Пока мы остаемся въ области подобныхъ мнѣній, можно соглашаться или не соглашаться съ ними, смотря по личному настроенію. Но если обратиться къ научнымъ наблюденіямъ и ознакомиться съ точными выводами относительно свойствъ кометъ, не останется никакого сомнѣнія, что эти міровыя тѣла необитаемы.



83. **Араго.**

Физическія свойства кометъ долго оставались полною загадкою. Первые выводы далъ полярископъ Араго, когда было доказано присутствіе отраженнаго солнечнаго свѣта, по крайней мѣрѣ, у нѣкоторыхъ кометъ. Вмѣстѣ съ тѣмъ признали, что, если кометы обладаютъ собственнымъ свѣтомъ, онъ не можетъ казаться намъ значительно сильнѣе, чѣмъ отраженный свѣтъ солнца, который доходитъ до насъ отъ кометъ. Фотометрическія изслѣдованія, поставленныя мною, показали, что для отдѣльныхъ кометъ собственный свѣтъ можетъ быть всетаки настолько значительнымъ, что отъ этого существенно измѣняются отношенія яркости *). Затѣмъ былъ примѣненъ спектральный анализъ.



84. **Спектры кометъ и углеводородовъ:**
1—спектръ кометъ; 2—спектръ углеводородовъ; 3—спектръ углеводородовъ при узкой щели спектроскопа.

Донати во Флоренціи первый спектроскопически изслѣдовалъ комету, именно, первую комету 1864 года. Онъ открылъ, что спектръ ея состоитъ изъ трехъ свѣтлыхъ линій, и это было найдено впослѣдствіи у всѣхъ кометъ. Итакъ, типичный кометный спектръ представляетъ три свѣтлыхъ линіи или полосы, которыя лежатъ въ зеленой, голубой и фіолетовой частяхъ; со стороны краснаго конца спектра онѣ ограничены рѣзко, со стороны фіолетоваго—расплываются. Уже Геггинсъ обратилъ вниманіе, что этотъ спектръ представляетъ большое сходство со спектромъ углеводородныхъ соединеній. По его мнѣнію, такія соединенія, дѣйствительно, находятся на кометахъ въ раскаленномъ состояніи. Такимъ образомъ, онъ видѣлъ въ кометахъ настоящіе міровые факелы, раскаленныя тѣла, которыя несутъ пожаръ и свѣтъ чрезъ пространства планетной системы. Это представленіе не было признано астрофизиками и, наконецъ, было подорвано наблюденіями надъ первою и второю кометою 1882 г. Первая изъ нихъ сначала обнаружила типичный спектръ изъ трехъ полосъ. Но когда комета приблизилась къ солнцу, онъ исчезъ почти совершенно, а вмѣсто него выступила желтая линія натрія. Эту комету не удалось наблюдать послѣ ея про-

*) Сравнить: Klein. Handbuch der allgemeinen Himmelsbeschreibung, I Bd. 2 Auflage. 1871, p. 236

хожденія чрезъ перигелій. Съ дальнѣйшими измѣненіями спектра познакомились, благодаря второй кометѣ того же года, которая была подвергнута спектроскопическому изслѣдованію 18 сентября, день спустя послѣ прохожденія чрезъ перигелій. Она



85. **Сентябрская комета 1882 года.**

обнаружила линію натрія безъ всякаго слѣда спектра съ тремя полосами. Но по мѣрѣ того, какъ она удалялась отъ солнца, линія натрія становилась слабѣе, а вмѣсто нея усиливался спектръ съ тремя полосами, пока, наконецъ, не остался одинъ этотъ спектръ. Такъ была установлена истина: когда комета, приближаясь къ намъ изъ

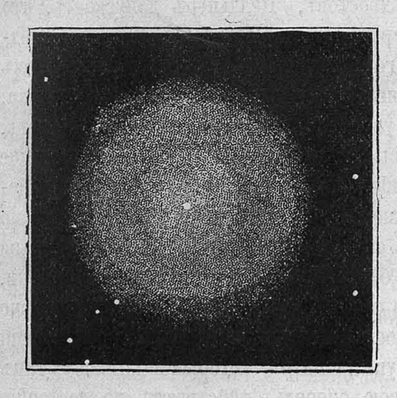
міроваго пространства, становится видимой, она обнаруживаетъ спектръ изъ трехъ полосъ, соотвѣтствующій углеводороднымъ соединеніямъ; но какъ только она приблизится на извѣстное разстояніе къ солнцу, вещество ея нагрѣвается, и начинаетъ выступать спектръ натрія, въ то время какъ первый исчезаетъ. Затѣмъ, пройдя чрезъ перигелій, комета снова удаляется отъ солнца; вещество ея охлаждается, спектръ натрія пропадаетъ, и снова становится видимымъ спектръ съ тремя полосами. Таковы факты. Объясненіе ихъ вытекаетъ изъ опыта, который былъ поставленъ Гассельбергомъ въ Пулковѣ. Оказывается, свѣтовыя явленія на кометахъ вызываются не раскаленнымъ состояніемъ углеводородныхъ соединеній, а электрическимъ разрядомъ.

Это объясненіе стоитъ въ полномъ согласіи съ теоріей относительно физическихъ особенностей кометъ, которая развита Целльнеромъ. Онъ напоминаетъ, что состоянія тѣлъ зависятъ отъ температуры и давленія. Извѣстно, что при надлежащемъ притокѣ теплоты и соотвѣтственныхъ измѣненіяхъ давленія можно послѣдовательно перевести тѣло въ каждое изъ трехъ состояній. Ледъ, благодаря теплотѣ, обращается въ воду и, наконецъ, при дальнѣйшемъ нагрѣваніи—въ водяные пары. Нѣкоторые газы подъ сильнымъ давленіемъ становятся жидкостями и даже твердыми тѣлами. Гдѣ до сихъ поръ не удалось перевести тѣло въ его различныя состоянія, причина заключалась въ ограниченности нашихъ вспомогательныхъ средствъ, а никакъ не въ самой природѣ тѣла. Ясно, что эта физическая истина примѣнима не только къ землѣ, но и ко всей массѣ вещества, образующаго міровыя тѣла. Слѣдовательно, состоянія вещества въ міровомъ пространствѣ зависятъ только отъ давленія и температуры. Представимъ тѣло среди свободнаго пространства. Давленіе его матеріальныхъ частицъ обусловлено ихъ числомъ, т. е. массою. Состояніе такого тѣла при опредѣленной массѣ зависитъ только отъ его температуры; и, обратно, при опредѣленной температурѣ зависитъ отъ массы. Если масса очень мала, а температура очень высока, вещество должно обратиться въ паръ,—мало того: все тѣло можетъ распасться на парообразныя массы. Такое распаденіе наступаетъ, когда тѣло недостаточно велико, чтобы своимъ притяженіемъ оказать на окружающую парообразную атмосферу такое дѣйствіе, которое равнялось бы максимуму упругости паровъ при господствующей температурѣ. Это часто бываетъ въ міровомъ пространствѣ. Отсюда слѣдуетъ, что пространство не представляетъ пустоты, а наполнено веществомъ, конечно, въ состояніи крайняго разрѣженія.

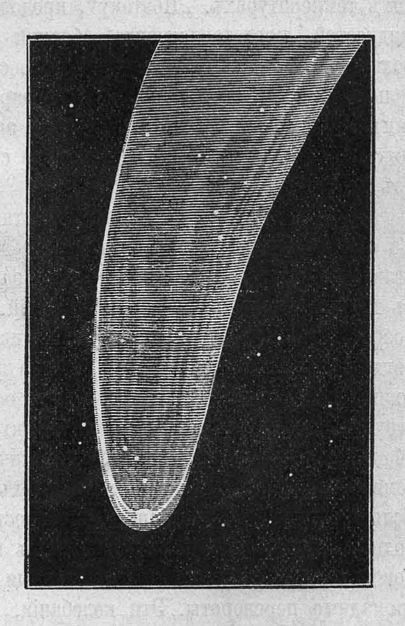
Измѣненія въ состояніи космическихъ массъ должны идти тѣмъ интенсивнѣе, чѣмъ меньше массы и чѣмъ больше измѣненіе температуры. Целльнеръ подробнѣе разсматриваетъ небольшую космическую массу и воздѣйствіе, которое оказываютъ на нее измѣненія температуры. Представимъ, что эта масса находится среди свободнаго міроваго пространства. Ни одна неподвижная звѣзда не дѣйствуетъ на нее своими лучами; на ней господствуетъ температура, близкая къ абсолютному нулю. Затѣмъ эта масса, благодаря своему движенію, оказывается вблизи солнца, испускающаго тепловые лучи. Ясно, что будетъ нагрѣваться та сторона, которая подвергается непосредственному воздѣйствію солнечныхъ лучей. Частицы, лежащія на другой сторонѣ, заслонены массою жидкости и могутъ нагрѣваться только вслѣдствіе косвеннаго воздѣйствія. Процессы кипѣнія и испаренія совершаются, главнымъ образомъ, на той сторонѣ, которая обращена къ солнцу. Обратится въ паръ вся масса жидкости или только часть ея,—это, при прочихъ равныхъ условіяхъ, зависитъ отъ

массы тѣла: чѣмъ меньше была первоначальная масса, тѣмъ ниже температура, при которой можетъ совершиться полный переходъ. Представимъ, что вся жидкая масса обратилась въ паръ. При удаленіи отъ солнца понизится температура; вслѣдствіе этого, или снова явится жидкое ядро, или, при недостаточномъ пониженіи температуры, произойдетъ медленное разсѣяніе въ пространствѣ.

Вблизи солнца такія жидкія массы должны казаться намъ тѣлами съ центральнымъ ядромъ и газообразною оболочкою, которая всегда развита сильнѣе на сторонѣ, обращенной къ солнцу. Если массы очень малы, онѣ уже на большомъ разстояніи отъ солнца сполна обратятся въ паръ. Тогда, вслѣдствіе прохожденія лучей на другую сторону тѣла, исчезнетъ разница между нею и стороною, обращенною къ солнцу. Такой видъ, дѣйствительно, представляютъ нѣкоторыя маленькія безхвостыя кометы. Целльнеръ склоненъ считать ихъ за капельно-жидкія метеорныя массы.



86. **Комета вдали отъ солнца.**



87. **Комета близъ солнца.**

Спектральный анализъ показываетъ, что кометы излучаютъ собственный свѣтъ. По даннымъ современной науки, это должно быть слѣдствіемъ или сгоранія, или электрическаго напряженія. Еще раньше, чѣмъ Гассельбергъ произвелъ свои изслѣдованія, Целльнеръ утверждалъ, что немыслимо никакое колебаніе въ выборѣ между этими двумя причинами самосвѣченія кометъ. Теорія электрическаго напряженія газообразной оболочки вполнѣ соотвѣтствуетъ спектроскопическимъ наблюденіямъ и въ то же время она легко объясняетъ явленія кометныхъ хвостовъ, остававшіяся до сихъ поръ загадочными. При этой теоріи, говоритъ Целльнеръ, мы вынуждены разсматривать развитіе свѣта и появленіе хвоста у кометъ, какъ дѣйствіе электрическаго процесса. Всѣ явленія объясняются ею съ замѣчательною полнотою. Благодаря этому, она пріобрѣтаетъ столь высокую степень вѣроятности, какая только возможна при выводѣ космическихъ процессовъ изъ свойствъ матеріи, наблюдавшихся до сихъ поръ исключительно на земныхъ тѣлахъ.

Какая причина производитъ на кометахъ непрерывное электрическое напряженіе? Отвѣчая на этотъ вопросъ, Целльнеръ указывалъ на процессы кипѣнія и испаренія, которыя совершаются въ жидкихъ массахъ. Громадная толщина парообразныхъ массъ, обладающихъ электрическимъ напряженіемъ, должна, по Целльнеру, быть причиною свѣченія.

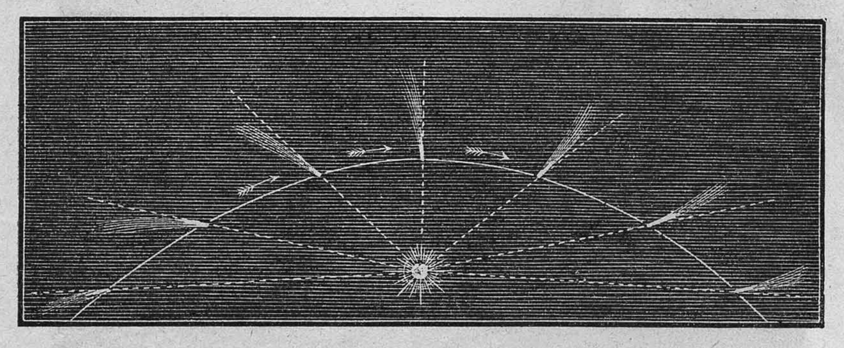
При спектроскопическомъ изслѣдованіи, этотъ свѣтъ долженъ обнаружить тѣ-же особенности, какъ электрическій свѣтъ, который проходитъ чрезъ пары, развивающіеся на кометахъ. Но при слабомъ электрическомъ напряженіи появится только спектръ того вещества, которое раньше другихъ измѣняетъ свое состояніе при низкихъ температурахъ. „Поэтому“, продолжаетъ Целльнеръ: „если среди космическихъ жидкостей, представляющихъ обломки разрушенныхъ міровъ, припишемъ главную роль водѣ и жидкимъ углеводородамъ, спектры кометъ могутъ быть преимущественно только такими, какіе принадлежатъ парамъ этихъ веществъ и ихъ составнымъ частямъ. Такимъ путемъ объяснялась бы аналогія и отчасти совпаденіе наблюдавшихся до сихъ поръ кометныхъ спектровъ со спектромъ электрической искры въ атмосферѣ изъ углеводородныхъ паровъ“.

Чтобы объяснить явленіе кометныхъ хвостовъ, Целльнеръ допускаетъ, что на солнцѣ существуетъ опредѣленное электричество. Эта теорія, конечно, представляетъ свои слабыя стороны. Но за нее говоритъ фактъ, доказанный Вольфомъ въ Цюрихѣ: величина угла, на который ежедневно передвигается магнитная стрѣлка, возростаетъ, когда число солнечныхъ пятенъ увеличивается, и, напротивъ, убываетъ, когда пятна меньше и рѣже. Эти два явленія обнаруживаютъ такое поразительное совпаденіе, что Вольфъ имѣлъ полное основаніе сдѣлать выводъ: между ними существуетъ причинное соотношеніе; объ интенсивности общей причины можно судить по обоимъ явленіямъ, какъ по двумъ различнымъ скаламъ. Но въ настоящее время нельзя сомнѣваться, что причиною магнитныхъ колебаній являются электрическіе потоки. Если признать существованіе электричества на солнцѣ, станетъ ясно, что оно должно подвергаться величайшимъ колебаніямъ въ своей интенсивности, когда на солнечной поверхности образуются многочисленныя и крупныя пятна, которыя вызываютъ тамъ громадные перевороты. Эти колебанія, въ свою очередь, дѣйствуютъ на состояніе земного магнитизма. Вотъ почему, слѣдя за движеніями магнитной иглы, мы можемъ судить о числѣ пятенъ на солнцѣ.

Разъ признается, что на солнцѣ существуетъ электричество, не трудно объяснить явленіе кометныхъ хвостовъ. Стоитъ только примѣнить къ данному случаю элементарныя положенія ученія объ электричествѣ. Допустимъ, что пары, вытекающіе изъ жидкаго ядра кометы, обладаютъ тѣмъ же электричествомъ, какъ солнце; частицы этихъ паровъ должны отталкиваться отъ солнца, и потому хвосты кометъ принимаютъ направленіе, противоположное солнцу.

Уже въ древней китайской книгѣ, которая написана Ма-дуанъ-линомъ и носитъ названіе „Венсіангъ-тунгъ-као“, значится: „Вообще, у кометы, которая стоитъ къ востоку отъ солнца, хвостъ направленъ на востокъ отъ ядра. Если же комета стоитъ къ западу отъ солнца, хвостъ направленъ на западъ“. Сенека говоритъ: „Хвосты кометъ убѣгаютъ отъ лучей солнца“. Іеронимъ Фракасторъ и Апіанъ незадолго до половины шестнадцатаго столѣтія впервые съ полной опредѣленностью указали, что хвосты кометъ лежатъ на продолженіи прямой линіи, которую можно вообразить

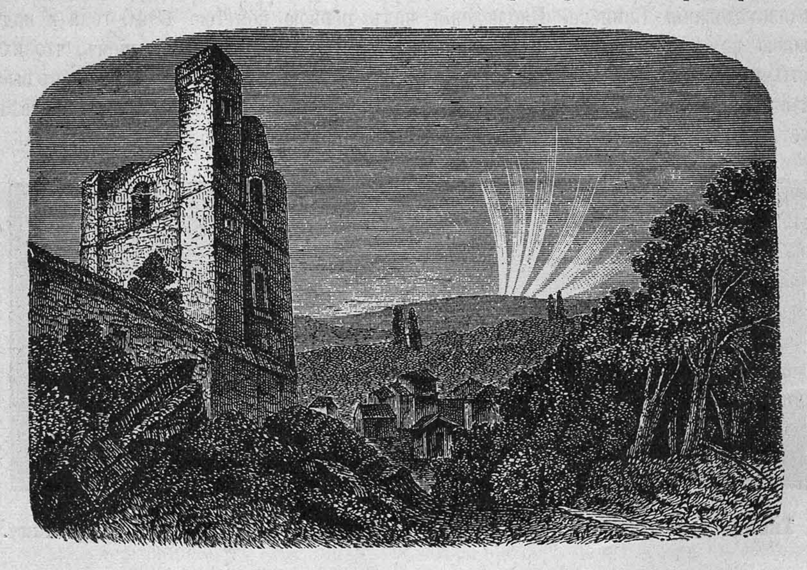
между солнцемъ и головою кометы. Однако, хвосты никогда не представляютъ прямой линіи: скорѣе они изогнуты, какъ будто самыя крайнія частицы ихъ отстаютъ при движеніи. Конечно, здѣсь нѣтъ противорѣчія съ положеніемъ, приведеннымъ выше: изогнутую форму хвостовъ можно объяснить тѣмъ, что крайнія частицы ихъ, у которыхъ плотность наименьшая, а скорость наибольшая, встрѣчаютъ также и сопротивленіе наибольшее. Важнѣе вопросъ: остаются-ли оси кометныхъ хвостовъ постоянно въ плоскости орбиты, описываемой этими свѣтилами? Бессель доказалъ это для кометы 1818 года, насколько допускаютъ такое доказательство несовершенныя наблюденія того времени. Относительно нѣкоторыхъ новыхъ кометъ были произведены точныя изслѣдованія Виннеке. Наблюденія надъ первою кометою 1840 года и надъ большою кометою 1843 года вполнѣ гармонируютъ съ предположеніемъ, что ихъ хвосты лежали въ плоскости орбиты. Для третьей кометы 1853 года найдено въ высшей степени незначительное отклоненіе. Такимъ образомъ, дѣйствительность соотвѣтствуетъ требованіямъ теоріи, пока дѣло идетъ о кометахъ съ одним хвостомъ.



88. **Хвостъ кометы всегда направленъ въ сторону, противоположную солнцу.**

Но иногда являются кометы съ нѣсколькими хвостами, хотя это—случай очень рѣдкій. Какъ объяснить образованіе кратныхъ хвостовъ? Слѣдуя своей теоріи, Целльнеръ дѣлаетъ такое предположеніе: иногда, при условіяхъ, которыхъ въ настоящее время мы не знаемъ, электричество кометныхъ хвостовъ переходитъ въ противоположное. Такъ было съ кометой 1824 года. Ея хвостъ былъ направленъ къ солнцу, потому что противоположныя электричества солнца и нѣкоторой части кометныхъ паровъ стремились соединиться и, вслѣдствіе этого, соотвѣтствующія частицы паровъ двигались въ направленіи къ солнцу; въ то же время на другихъ частицахъ развивалось электричество, одноименное съ солнечнымъ: эти частицы стремились удалиться отъ солнца и образовали главный хвостъ. Комета 1744 года обладала шестью хвостами, которые расходились вѣеромъ на сторонѣ, противоположной солнцу. Такое раздѣленіе хвоста будетъ понятно, если приписать кометѣ электричество, тожественное съ солнечнымъ. Представимъ, что частицы паровъ, образующія хвостъ, вслѣдствіе какой-нибудь причины раздѣлены при основаніи; удаляясь отъ солнца, онѣ дадутъ начало нѣсколькимъ потокамъ, которые будутъ расходиться, какъ расходятся два бузинныхъ шарика, повѣшенные рядомъ на нитяхъ и заряженные одноименнымъ электричествомъ.

Профессоръ Бредихинъ, много лѣтъ занимавшійся изслѣдованіемъ кометныхъ хвостовъ, также приходитъ къ убѣжденію, что они происходятъ вслѣдствіе электрическаго отталкиванья, производимаго солнцемъ. Онъ нашелъ далѣе, что всѣ кометные хвосты можно свести къ тремъ типамъ. Два первые типа встрѣчаются всего чаще; они-то и придаютъ кометамъ ихъ характерный видъ. Хвосты третьяго типа совсѣмъ не похожи на нихъ и встрѣчаются очень рѣдко. Это—такъ называемые „аномальные“ хвосты; они коротки и направлены къ солнцу; солнечное электричество совсѣмъ не вызываетъ здѣсь отталкиванья. Если вычислить, по примѣру Бредихина, интенсивность отталкивательной силы, которая проявилась при образованіи



89. **Комета Шезо съ шестью хвостами.**

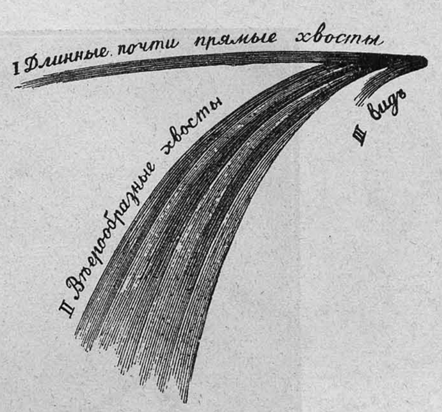
хвостовъ, окажется, что для каждаго изъ трехъ типовъ она различна. Примемъ величину солнечнаго притяженія на извѣстномъ разстояніи за единицу; въ такомъ случаѣ напряженность отталкивательной силы можно выразить слѣдующими цифрами:

Типъ	I	11
„	II	1,3
„	III	0,2

Ясно, что сама по себѣ отталкивательная сила остается во всѣхъ случаяхъ одинаковой. Если же электричество оказываетъ различное вліяніе, это объясняется, по всей вѣроятности, удѣльнымъ вѣсомъ мельчайшихъ частицъ кометнаго вещества. Обратимъ вниманіе на эти числа: 11; 1,3; 0,2. Они обратно пропорціональны съ атомными вѣсами тѣхъ химическихъ элементовъ, которые, по даннымъ спектральнаго анализа, преобладаютъ на кометахъ и метеорахъ: это водородъ, углеродъ и желѣзо. Разъ эти элементы находятся на кометахъ въ состояніи диссоціаціи, хвосты трехъ типовъ должны состоять преимущественно изъ нихъ. Въ хвостахъ перваго типа пре-

обладаетъ водородъ. Расширенные хвосты второго типа состоятъ изъ нѣсколькихъ элементовъ. Въ хвостахъ третьяго типа молекулы тяжелѣе, чѣмъ въ другихъ хвостахъ. Ихъ матерія была выброшена изъ кометы въ направленіи къ солнцу. Но она тяжела, отталкивательная сила не оказала на нее замѣтнаго воздѣйствія; напротивъ, она осталась подъ вліяніемъ тяготѣнія. Мы можемъ принять, что молекулы этого рода встрѣчаются и отдѣляются на всѣхъ, вообще, кометахъ. Но лишь въ немногихъ случаяхъ онѣ настолько многочисленны, что становятся доступными наблюденію въ видѣ аномальныхъ хвостовъ.

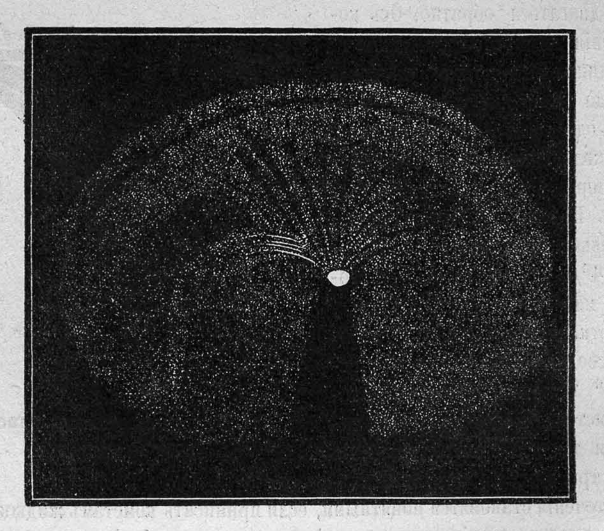
У большихъ кометъ нерѣдко наблюдаютъ истеченіе изъ ядра: потоки вещества направляются къ солнцу, расходятся въ видѣ вѣера и, перемѣнивши направленіе, образуютъ хвостъ. Ясно видно, какъ вещество выбрасывается въ направленіи къ солнцу—и именно до того предѣла, гдѣ отталкивательная сила солнца заставляетъ его двигаться обратно. Ось конуса истеченія лежитъ обыкновенно на линіи, соединяющей комету съ солнцемъ. Иногда она обнаруживаетъ колебанія то въ одну, то въ другую сторону, подобныя колебаніямъ маятника. Эти движенія впервые наблюдалъ и точнѣе изслѣдовалъ Бессель у кометы Галлея. Продолжительность полнаго колебанія равнялась $4^2/_3$ дня. Колебанія совершались въ плоскости орбиты. Конусъ истеченія отклонялся вправо и влѣво отъ линіи, соединяющей комету съ солнцемъ, на 60°. У третьей кометы 1882 года конусъ истеченія обнаруживалъ замѣчательныя движенія, представлявшія періодъ въ три дня. По теоріи Целльнера, эти истеченія становятся понятными, если приписать кометамъ жидкое ядро и разсматривать самое истеченіе, какъ развитіе паровъ подъ вліяніемъ солнечной теплоты.



90. **Типы кометныхъ хвостовъ по Бредихину.**

Целльнерова теорія кометъ объясняетъ всѣ явленія, которыя наблюдаются на этихъ загадочныхъ небесныхъ тѣлахъ. Нельзя однако забывать, что основной ея принципъ, допущеніе капельно-жидкаго состоянія кометнаго вещества, является гипотезой недоказанной. Благодаря классическимъ изслѣдованіямъ Скіапарелли, мы знаемъ теперь, что существуетъ связь между кометами и падающими звѣздами: нѣкоторые потоки падающихъ звѣздъ движутся по орбитамъ, которыя совпадаютъ съ орбитами отдѣльныхъ кометъ. Съ различныхъ сторонъ отсюда преждевременно вывели заключеніе, что оба класса небесныхъ тѣлъ вообще тожественны, что, если разсматривать рой падающихъ звѣздъ съ большого разстоянія, онъ представится въ видѣ кометы. Но это заключеніе ошибочно, какъ показалъ Скіапарелли. Кометы и метеоры — небесныя тѣла, существенно различныя; на совпаденіе же ихъ орбитъ можно смотрѣть, какъ на доказательство одинаковости ихъ происхожденія. Скіапарелли представляетъ это такъ. Ядро кометъ состоитъ изъ твердаго вещества, которое, вслѣдствіе метеорологическихъ процессовъ, совершающихся въ его газооб-

разной оболочкѣ, подвергается вывѣтриванію. Постепенно оно распадается на отдѣльные куски. Притяженіе и атмосферное сопротивленіе болѣе крупнаго мірового тѣла заставляетъ ихъ раздѣлиться и превращаетъ ихъ въ рой метеоритовъ. Целльнеръ, напротивъ, думалъ, что кометы это—жидкіе, а метеориты или падающія звѣзды—твердые остатки болѣе крупнаго небеснаго тѣла. „Представимъ", говоритъ онъ, „что наша земля распадется когда-нибудь на отдѣльные куски въ силу того же процесса, какому, по мнѣнію Ольберса, обязаны своимъ существованіемъ планетоиды. Получится множество твердыхъ обломковъ. Но рядомъ съ ними современныя моря и жидкія углеводородныя соединенія, образовавшіяся въ нѣдрахъ земли, должны будутъ собраться въ жидкіе шары. Обитателямъ другихъ міровъ эти шары будутъ казаться кометообразными тѣлами, которыя окружены газообразными оболочками различной формы".



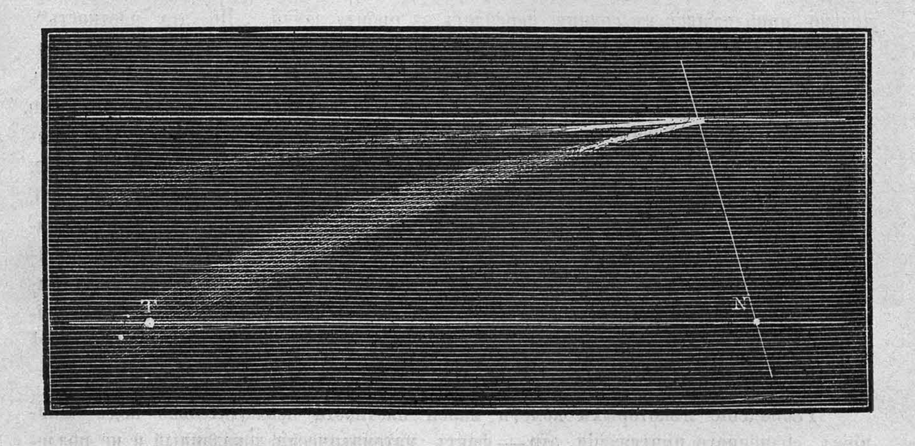
91. **Истеченія изъ головы кометы 1861 года.**

Оставаясь въ полномъ согласіи съ наблюденіями, Скіапарелли доказалъ, что кометы никакъ нельзя представлять неизмѣнными, компактными міровыми тѣлами, у которыхъ возмущающее дѣйствіе солнца и планетъ отразится только на измѣненіи орбиты. Скорѣе это—системы тѣлъ очень малой плотности, которыя съ теченіемъ времени, при извѣстныхъ условіяхъ, подлежатъ распаденію. Если это такъ, конечно, нельзя говорить, что эти тѣла могутъ быть населены живыми существами. Или же придется приписать этимъ существамъ такую организацію, что имъ не причиняетъ никакого вреда пребываніе въ горячей жидкости и что имъ безразлично даже, если ихъ свѣтило время отъ времени будетъ распадаться на части.

Разъ дана система, состоящая изъ мелкихъ отдѣльныхъ тѣлъ или изъ связной матеріи малой плотности, такое распаденіе, при извѣстныхъ условіяхъ, должно произойти неизбѣжно. Причина—притяженіе со стороны солнца. До Скіапарелли этому обстоятельству не придавали должнаго значенія. И однако, по всей вѣроят-

ности, оно играло крайне важную роль при происхожденіи звѣздныхъ системъ изъ первичной туманной матеріи. Въ настоящее же время оно обусловливаетъ явленія періодическихъ и правильныхъ метеорныхъ потоковъ.

Представимъ шарообразную систему, составленную изъ мелкихъ отдѣльныхъ тѣлъ; припишемъ ей однородное строеніе и плотность. Каждая частица системы притягивается къ центру съ извѣстною силою, которая обусловливается ея разстояніемъ отъ центра. Вся система, въ свою очередь, притягивается солнцемъ. Съ одинаковой ли силой солнце привлекаетъ къ себѣ различныя частицы? Ближайшая точка притягивается сильнѣе всѣхъ остальныхъ,—сильнѣе, чѣмъ центръ системы; самая дальняя притягивается слабѣе центра. Эта разница создаетъ возмущающую



92. **Комета 1861 года.**

По вычисленіямъ Ліэ, земля съ луной прошли чрезъ хвостъ этой кометы 30 іюня въ 6 ч. утра.

силу, которая стремится увеличить разстояніе между центромъ и обѣими упомянутыми точками. Слѣдовательно, подъ вліяніемъ солнечнаго притяженія частицы шарообразной системы раздвигаются. Въ концѣ концовъ, должно произойти распаденіе системы, если возмущающая сила солнца окажется больше, чѣмъ притяженіе, производимое центромъ системы. Предѣлъ прочности зависитъ не отъ размѣровъ шара, а отъ количества матеріи, заключенной въ немъ, и отъ разстоянія между нимъ и солнцемъ. Представимъ систему съ очень малою массою, вѣсомъ всего въ 1 граммъ. Помѣстимъ ее на такомъ же разстояніи отъ солнца, на какомъ находится земля. Спрашивается, велико ли должно быть среднее разстояніе между ея частями, чтобы вся система, при данныхъ условіяхъ, сохранила прочность. Слѣдуя Скіапарелли, найдемъ, что она распадется, какъ только среднее разстояніе между ея частями окажется больше 1,86 метра. Въ этомъ случаѣ притяженіе солнца заставитъ каждую частицу, вѣсомъ въ 1 граммъ, слѣдовать по независимой орбитѣ.

Примемъ теперь, что шарообразная система состоитъ не изъ отдѣльныхъ частей, а изъ связной матеріи. При помощи вычисленія опять можно будетъ опредѣлить ту степень плотности и то разстояніе отъ солнца, за которыми начинается распаденіе

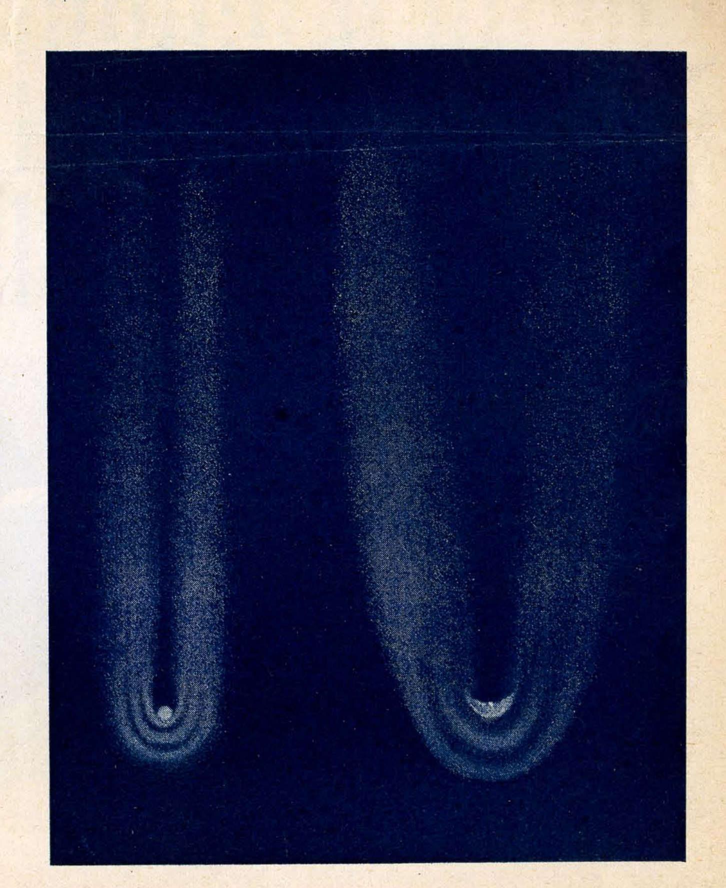
системы. Для примѣра, остановимся на первой кометѣ 1843 года. Чтобы не распасться при своемъ приближеніи къ солнцу, она должна была обладать плотностью, по меньшей мѣрѣ, въ $^1/_{17}$, если плотность воды принять за 1. Но такой плотности нельзя приписать атмосферѣ ни этой, ни какой-либо другой кометы. Вернемся къ воображаемой шарообразной системѣ. Скіапарелли вычислилъ, что она должна обладать плотностью, по меньшей мѣрѣ, въ $\frac{1}{3310000}$ для того, чтобы не распасться на такомъ разстояніи отъ солнца, какъ земля. При этихъ условіяхъ каждые 10 кубическихъ метровъ будутъ содержать три грамма матеріи; это—плотность нашей земной атмосферы при температурѣ 0° и давленіи 0,177 миллиметровъ. Однородное скопленіе матеріи, представляющее такую плотность, начнетъ распадаться, какъ только, приближаясь къ солнцу, перейдетъ за орбиту земли. „Но эта плотность", говоритъ Скіапарелли, „гораздо больше той, какую обыкновенно приписываютъ атмосферѣ кометъ". Если же плотность системы не равномѣрна, а возростаетъ отъ поверхности къ центру, распаденіе начнется съ поверхности и будетъ постепенно переходить на внутреннія части. Чѣмъ ближе комета къ солнцу, тѣмъ больше разлагающая сила, тѣмъ глубже и плотнѣе слои, на которые простирается ея дѣйствіе. Наконецъ, оно проникнетъ въ глубину ядра; тогда комета распадется совершенно. Эти выводы поразительно соотвѣтствуютъ наблюденіямъ. Болѣе точныя изслѣдованія показали, что у кометы Донати и многихъ другихъ туманная оболочка начинала отдѣляться, когда комета приближалась къ солнцу. На великолѣпныхъ рисункахъ, данныхъ Бондомъ для кометы Донати, можно ясно различить слои отдѣлившагося вещества на тѣхъ мѣстахъ, которыя это свѣтило занимало при своемъ полетѣ нѣсколько дней назадъ.

Распаденіе нѣкоторыхъ кометъ малой плотности исключительно подъ вліяніемъ солнечнаго притяженія, это — фактъ, математически доказанный и не подлежащій никакимъ сомнѣніямъ. Едва ли можно сомнѣваться, что на кометахъ дѣйствуютъ еще другія силы, которыя проявляются въ изверженіяхъ. На нихъ указываетъ существованіе трехъ различныхъ типовъ хвостовъ. Профессоръ Бредихинъ доказалъ, что существованіе такихъ силъ въ высшей степени вѣроятно. По его изслѣдованію, отъ кометъ по всѣмъ направленіямъ отбрасываются мелкія частицы; онѣ должны описывать вокругъ солнца или эллиптическія, или гиперболическія орбиты. Пока комета не приблизилась къ солнцу на опредѣленное разстояніе, всѣ частицы, выброшенныя съ нея, будутъ двигаться по гиперболическимъ орбитамъ; слѣдовательно, онѣ снова удалятся отъ солнечной системы. Но какъ только комета перейдетъ за указанный предѣлъ, отброшенныя частицы будутъ кружиться около солнца по замкнутымъ эллиптическимъ путямъ. Такимъ образомъ, для каждой точки кометной орбиты получается рядъ эллипсисовъ, которые пересѣкаются въ этой точкѣ. Орбиты отдѣлившихся частицъ сильно различаются по времени обращенія, и уже по истеченіи нѣсколькихъ лѣтъ частицы распредѣлятся, повидимому, равномѣрно. Нельзя представлять, что частицы отдѣляются исключительно въ плоскости кометной орбиты: масса ихъ имѣетъ форму конуса. Такъ объясняетъ Бредихинъ тотъ фактъ, что земля ежегодно встрѣчается съ роями метеоровъ, хотя комета, которая дала имъ начало, давно уже исчезла изъ сосѣдства съ солнцемъ. Не всегда матерія истекаетъ изъ кометы непрерывно; иногда она отдѣляется внезапно, въ большомъ количествѣ, какъ бы вслѣд-

ТАБЛИЦА V.



Комета 1811 года надъ Москвою.



Комета Коджіа.
Рисунокъ, сдѣланный Трувело
13 іюля 1874 года.

Комета Донати.
Рисунокъ, сдѣланный Бондомъ
29 сентября 1858 года.

ствіе сильнаго изверженія. Тогда мы видимъ картину раздѣленія кометы. По всей вѣроятности, подобными процессами можно объяснить дѣленіе кометы Біэлы и появленіе маленькой туманной массы рядомъ съ пятою кометою 1889 года.

Эти важныя работы Скіапарелли и Бредихина установили самую тѣсную связь между кометами и метеорными потоками; благодаря имъ, расширились и наши знанія о кометахъ и метеорахъ, и наши космологическія воззрѣнія. Открылось множество новыхъ и крайне интересныхъ точекъ зрѣнія, о которыхъ раньше не могли и думать.

Опираясь на эти работы, я хочу изобразить положеніе кометъ во вселенной съ начала и до конца ихъ существованія. Къ падающимъ звѣздамъ я вернусь впослѣдствіи.

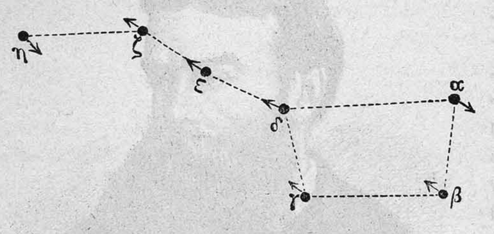
Лапласъ разсматривалъ кометы, какъ маленькія туманныя массы: онѣ переносятся черезъ пространство отъ одной солнечной системы къ другой и, спускаясь къ нашему солнцу, движутся по орбитамъ, видимая часть которыхъ совпадаетъ съ параболическою линіею. Когда Скіапарелли изслѣдовалъ этотъ вопросъ геометрически съ болѣе общей точки зрѣнія, онъ пришелъ къ болѣе правильному выводу: если бъ кометы занимали то положеніе, которое приписалъ имъ Лапласъ, ихъ орбиты, почти безъ исключенія, имѣли бы характеръ гиперболъ. „Этотъ результатъ“, поясняетъ Скіапарелли, „совершенно подрываетъ гипотезу Лапласа относительно происхожденія кометъ и уничтожаетъ тѣ выводы, которые самъ я дѣлалъ изъ нея въ моихъ прежнихъ работахъ. Кометы приходятъ къ намъ изъ звѣздныхъ пространствъ; на это ясно указываетъ гиперболическій характеръ нѣкоторыхъ путей. Но въ то же время среди описанныхъ ими коническихъ сѣченій господствуетъ почти параболическая форма. Она заставляетъ признать, что среди безконечно большого числа тѣлъ, наполняющихъ небесныя пространства, кометы представляютъ классъ, отличающійся особеннымъ характеромъ: у нихъ такая форма путей, какая для другихъ тѣлъ, по указанію теоріи, представляется наименѣе вѣроятною. Не трудно изслѣдовать, въ чемъ заключается особенность, которую я имѣю въ виду. Мы уже упоминали, что, если тѣло является изъ области неподвижныхъ звѣздъ, оно можетъ описывать почти параболическую орбиту лишь въ томъ случаѣ, если скорость и направленіе его собственнаго движенія почти вполнѣ совпадаютъ со скоростью и направленіемъ собственнаго движенія солнца. Отсюда заключеніе: среди неподвижныхъ звѣздъ и дру-



93. **Донати**.

гихъ тѣлъ, не принадлежащихъ къ семьѣ планетъ, кометы составляютъ особую систему, члены которой, всѣ вмѣстѣ, сопровождаютъ солнце въ его собственномъ движеніи чрезъ небесныя пространства. Какое же мѣсто принадлежитъ въ этой системѣ солнцу? Если оно не главный и не единственный центръ, то, во всякомъ случаѣ, одинъ изъ центровъ большой массы и притяженія, которому болѣе мелкія тѣла системы, по крайней мѣрѣ, временно, подчинены въ качествѣ спутниковъ. Относятся ли къ этой системѣ еще другія свѣтила, кромѣ солнца, — мы не можемъ дать отвѣта въ настоящее время. Признакомъ такихъ свѣтилъ былъ бы замѣтный годичный параллаксъ въ связи съ видимымъ собственнымъ движеніемъ, равнымъ нулю или очень малой величинѣ".

Солнце явилось бы тогда членомъ системы болѣе обширной, къ которой принадлежитъ много другихъ свѣтилъ. Скіапарелли отмѣчаетъ факты, представляющіе аналогію. Въ нѣкоторыхъ областяхъ неба извѣстны цѣлыя группы звѣздъ, которыя всѣ движутся съ одинаковой почти скоростью и въ одномъ и томъ же направленіи. Въ однообразномъ движеніи звѣздъ можно видѣть отчасти отраженіе собственныхъ движеній нашего солнца; но въ большинствѣ случаевъ мы имѣемъ здѣсь дѣло съ реальными явленіями. Я хочу указать нѣсколько такихъ звѣздныхъ системъ. Замѣчательный примѣръ представляютъ среднія главныя звѣзды созвѣздія Большой Медвѣдицы,—именно, звѣзды ζ, δ, ε. Собственное движеніе ихъ равно, приблизительно, 14 или 15 угловымъ секундамъ въ столѣтіе; оно направлено у всѣхъ нихъ къ востоку. Другой примѣръ находимъ въ созвѣздіи Оріона: звѣзды ζ, ε, δ обнаруживаютъ собственное движеніе, составляющее, приблизительно, 10 угловыхъ секундъ въ столѣтіе; направленіе его почти западное. Замѣчательный потокъ звѣздъ можно видѣть также въ головѣ Тельца: это—группа Гіадъ. Всѣ звѣзды ея движутся къ юго-востоку; величина движенія почти одинаковая. Исключеніе составляютъ три звѣзды, которыя принадлежатъ къ этой группѣ только оптически: къ нимъ относится и самая яркая звѣзда всей группы, красивый, красноватый Альдебаранъ; въ дѣйствительности онъ находится въ пространствѣ между группою Гіадъ и нашимъ солнцемъ.



94. Большая Медвѣдица.
Направленія, въ какихъ движутся звѣзды, указаны стрѣлками.

Скіапарелли думаетъ, что всѣ эти тѣла, обладающія общимъ движеніемъ, съ самаго происхожденія современнаго звѣзднаго міра, составляли одну систему; члены этой системы, проникши въ пространство, занятое другими тѣлами, сохранили свое общее движеніе, и потому до сихъ поръ носятъ знакъ своего общаго происхожденія. По воззрѣніямъ Вильяма Гершеля, звѣздные міры произошли чрезъ уплотненіе туманнаго вещества. Можно предположить, что въ каждой группѣ, обнаруживающей параллельныя и равныя движенія, всѣ свѣтила въ моментъ своего происхожденія принадлежали къ одной и той же части туманности. Когда она сгустилась и распалась на большее или меньшее число небесныхъ тѣлъ, они продолжали ея движеніе въ томъ же направленіи. „Такая часть туманности была бы общей матерью солнца,

кометъ и, вѣроятно, другихъ небесныхъ тѣлъ. Нельзя принимать, что кометы принадлежатъ къ солнечной системѣ съ самаго момента ихъ происхожденія, какъ полагали нѣкоторые. Онѣ связаны съ солнцемъ отношеніями родства или общаго происхожденія, потому что явились вмѣстѣ съ нимъ въ одной и той же части первичной туманности. Вотъ почему и теперь онѣ сопровождаютъ солнце на его невѣдомомъ космическомъ пути".

Орбиты кометъ, спускающихся къ солнцу изъ неизмѣримыхъ звѣздныхъ пространствъ, не остаются постоянными: иногда онѣ значительно измѣняются, иногда подвергаются полному превращенію. Можно указать двѣ причины, вызывающихъ такія измѣненія: сопротивленіе тонкаго вещества, наполняющаго міровое пространство, и притяженіе со стороны планетъ. Что касается первой причины, раньше указывали на уменьшеніе большой полуоси въ орбитѣ кометы Энке. Изъ новѣйшихъ изслѣдованій не видно, чтобы оно продолжалось и въ настоящее время. Быть можетъ, доля истины заключается въ предположеніи, что сравнительно тѣсные эллиптическіе пути нѣкоторыхъ кометъ произошли постепенно изъ орбитъ, болѣе обширныхъ. Причиной-же было сопротивленіе эфира, дѣйствовавшее въ теченіе громадныхъ промежутковъ времени. Гораздо больше значенія имѣетъ вторая причина: возмущенія, вызываемыя крупными планетами. Мы имѣемъ право утверждать это, потому что, почти на нашихъ глазахъ, планета Юпитеръ нѣсколько разъ совершенно измѣняла пути кометъ.

Первая изъ такихъ кометъ была открыта Мессье въ 1770 году. Вычисленія Лекселля показали, что время обращенія $5^1/_2$ лѣтъ. Комета должна была возвратиться къ солнцу въ 1776 и въ 1781 г.; но ее никто не видѣлъ. Раньше 1770 г. также никому не приходилось наблюдать ея. Только изысканія Буркхардта объяснили, въ чемъ дѣло. Въ 1767 году комета проходила близъ Юпитера; громадная планета вызвала „возмущеніе" въ ея движеніи; только послѣ этого комета направилась по тѣсной эллиптической орбитѣ, которую она описывала въ 1770 году. Въ 1779 году она снова приблизилась къ Юпитеру. Такое сосѣдство не осталось безъ вліянія: кометѣ пришлось перейти на новую орбиту. Теперь время ея обращенія равнялось 27 годамъ. Съ земли нельзя было видѣть ее. На этомъ пути комета оставалась до весны 1886 года, когда снова оказалась въ сосѣдствѣ съ Юпитеромъ. По изысканіямъ Чандлера, цѣлыхъ восемь мѣсяцевъ она оставалась въ сферѣ притяженія громадной планеты. Результатъ: новое измѣненіе орбиты. Теперь время обращенія кометы уменьшилось до 7 лѣтъ; ее можно было наблюдать лѣтомъ 1889 года. Но кометѣ не суждено долго слѣдовать этимъ путемъ: она сдѣлаетъ еще нѣсколько оборотовъ и около 1961 года опять подойдетъ къ Юпитеру. Тогда орбита снова измѣнится. Эта комета представляетъ самый поразительный примѣръ полнаго превращенія орбиты. Она показываетъ, чего можно ждать, когда дѣло идетъ о кометахъ. Возможно, что ихъ орбиты подвергаются еще болѣе значительнымъ измѣненіямъ, о которыхъ мы узнаемъ только въ будущемъ.

Второй примѣръ подобныхъ измѣненій представляетъ комета Брорсена, открытая 26 февраля 1846 года. Это маленькая туманная масса безъ ядра и безъ хвоста. Ее привелъ къ намъ тотъ же Юпитеръ. По вычисленіямъ д'Арре, комета перешла на свою настоящую орбиту лишь послѣ того, какъ въ апрѣлѣ, маѣ и іюнѣ 1842 года побывала въ сосѣдствѣ съ Юпитеромъ. До 19 апрѣля она описывала эллиптическую кривую, на которой никогда не приближалась къ солнцу больше, чѣмъ на 30 милліоновъ

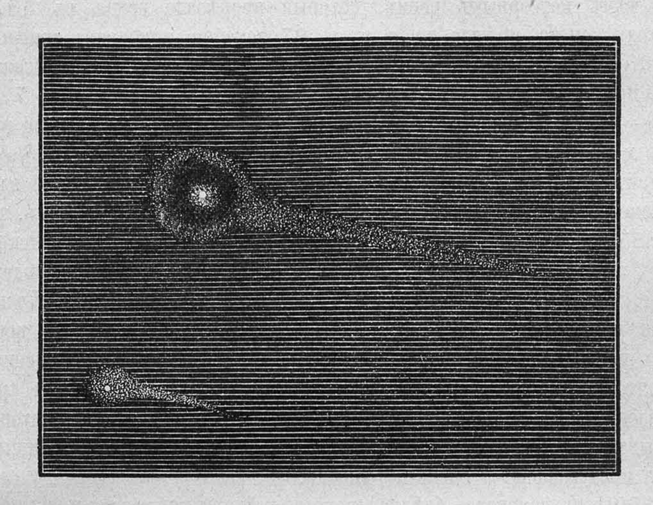
миль; наибольшее же разстояніе отъ солнца доходило до 117 милліоновъ миль. Уголъ между плоскостью этого эллипсиса и плоскостью земной орбиты равнялся 41 градусу. Вліяніе планеты Юпитера измѣнило прежнюю орбиту. Наименьшее разстояніе отъ солнца сократилось до 13 милліоновъ миль, наибольшее — до 113 милліоновъ миль. Уголъ съ земною орбитою уменьшился до 31 градуса. Вліяніе Юпитера этимъ не исчерпывается: онъ привелъ къ намъ комету, онъ же и удалитъ ее. Вычисленія д'Арре показываютъ, что, насколько можно судить теперь, комета Брорсена сохранитъ настоящую орбиту до средины слѣдующаго столѣтія; затѣмъ, приблизительно, около 1937 года она перейдетъ на другой путь.

Мы видѣли, какъ измѣняются пути кометъ и время ихъ обращенія. Иногда происходитъ распаденіе кометы. Примѣръ—комета Біэлы. Время ея обращенія—$6^2/_3$ года. Въ началѣ 1846 года она раздѣлилась на двѣ отдѣльныя кометы, которыя постепенно удалялись одна отъ другой, продолжая описывать совершенно одинаковые пути. Въ 1852 году обѣ кометы появились снова, но разстояніе между ними увеличилось до 2 400 000 километровъ. Двойное свѣтило можно было прослѣдить до сентября 1852 года. Съ тѣхъ поръ его не наблюдали, хотя его ждали въ 1872 г., и нѣсколько опытныхъ астрономовъ разыскивали его. Профессоръ Кирквудъ думаетъ, что это раздѣленіе вызвано разлагающей силой солнца. Въ такомъ случаѣ нечего особенно удивляться, что комета не явилась въ 1866 году. Если разлагающая сила продолжала дѣйствовать на обѣ новыя кометы, она должна была скоро сдѣлать ихъ совершенно невидимыми. Съ этой точки зрѣнія становится понятнымъ, почему въ ночь съ 27 на 28 ноября 1872 года наблюдался цѣлый потокъ падающихъ звѣздъ; въ эту ночь земля проходила очень близко отъ орбиты кометы Біэлы.

Существуетъ точка, гдѣ орбиты обѣихъ свѣтилъ почти пересѣкаются. Въ ночь съ 27 на 28 ноября 1872 года земля приближалась къ точкѣ пересѣченія. Нѣсколько времени наша планета шла рядомъ съ орбитою кометы. Воспользуемся нагляднымъ сравненіемъ, представимъ обѣ орбиты, какъ два рельсовыхъ пути, которые въ одномъ только мѣстѣ идутъ совсѣмъ рядомъ, а во всѣхъ другихъ далеко расходятся по различнымъ направленіямъ. Два поѣзда лишь въ томъ случаѣ пройдутъ на этихъ путяхъ рядомъ, если одновременно достигнутъ того участка, гдѣ сближаются пути. То же было съ землею и кометою Біэлы. О землѣ мы знаемъ, что 27 ноября она находилась именно въточкѣ сближенія орбитъ; о кометѣ, напротивъ, нельзя сказать ничего опредѣленнаго. Послѣдній разъ ее видѣли позднимъ лѣтомъ 1852 года. По вычисленіямъ, она должна была вернуться зимою 1865—1866 года. Астрономы ревностно искали ее; комета не явилась. Это загадочное исчезновеніе большого мірового тѣла, вѣрнѣе даже, двухъ тѣлъ, потому что комета была тогда двойною, привлекло величайшее вниманіе. Сдѣлали заключеніе, довольно правдоподобное: комета, по крайней мѣрѣ, отчасти, распалась. Это заключеніе, повидимому, подтверждается метеорнымъ дождемъ, который наблюдался въ ночь съ 27 на 28 ноября 1872 года. Если бъ комета сохраняла прежній видъ, земля въ этотъ день не оказалась бы въ ея сосѣдствѣ: комета прошла бы чрезъ данную точку гораздо раньше, она достигла бы своего перигелія еще въ первой трети октября. Напротивъ, если комета отчасти распалась и образовала потокъ метеоровъ, если этотъ потокъ растянулся на большое разстояніе вдоль орбиты, могло случиться, что земля, пролетая мимо, встрѣтитъ часть потока. Такъ, повидимому, и вышло, и земля своимъ притяженіемъ привлекла нѣкоторое число

метеоровъ, или же, если угодно, она прошла чрезъ часть потока. Слѣдовательно, нѣтъ никакихъ основаній говорить о столкновеніи земли съ кометою Біэлы: можетъ быть рѣчь только о встрѣчѣ съ потокомъ метеоровъ, которые произошли вслѣдствіе частичнаго распаденія кометы Біэлы.

Клинкерфюсъ предполагалъ тогда, что комета находится недалеко отъ земли. Слѣдя за паденіемъ метеоровъ, онъ заключилъ, что ее можно видѣть на южномъ небѣ около звѣзды ϑ въ созвѣздіи Центавра. Онъ немедленно телеграфировалъ въ Мадрасъ, и Погсонъ 2 декабря, дѣйствительно, нашолъ близъ указаннаго мѣста какую-то комету. Клинкерфюсъ принялъ ее за комету Біэлы. Въ самомъ дѣлѣ, это былъ бы крайне рѣдкій и невѣроятный случай, если бы именно въ указанной точкѣ оказалась посторонняя комета. Тринадцать лѣтъ спустя, 27 ноября 1885 года повторился очень



95. **Комета Біэлы послѣ раздѣленія.**

обильный дождь падающихъ звѣздъ. Большая часть метеоровъ выходила изъ точки неба, расположенной близъ звѣзды γ въ созвѣздіи Андромеды, какъ это было и въ 1872 году. По изысканіямъ профессора Ньютона, число метеоровъ, вспыхивавшихъ въ теченіе часа, доходило до 75 000. Число это громадно. Падающія звѣзды казались тѣсно скученными; на самомъ же дѣлѣ онѣ были очень скупо распредѣлены среди громадныхъ пространствъ. По вычисленію Ньютона, одинъ метеоръ приходился, среднимъ числомъ, на пространство въ 550 кубическихъ миль.

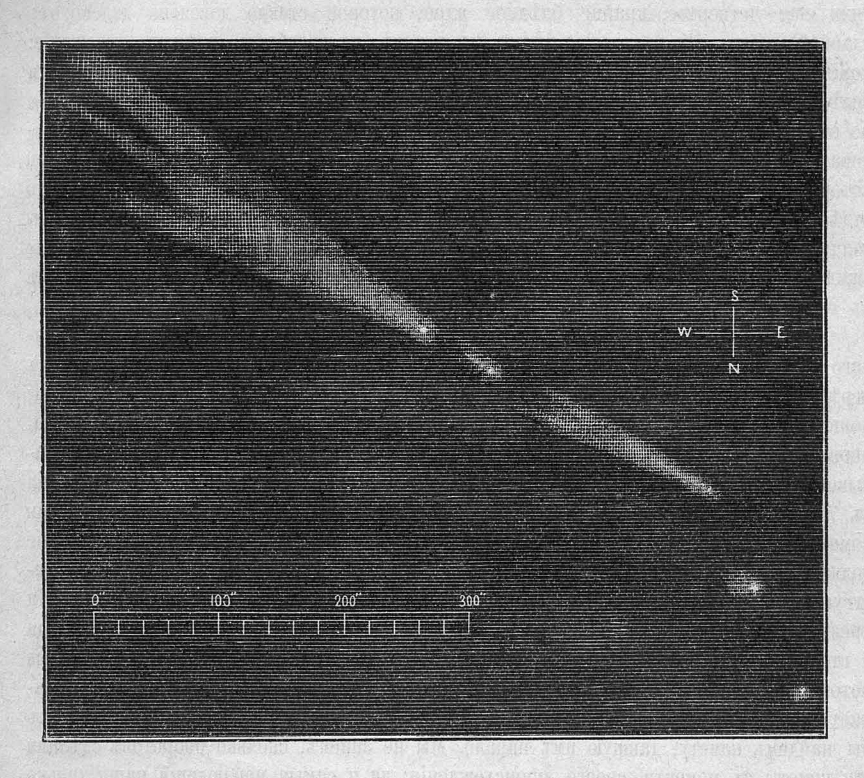
Допустимъ, что оба метеорныхъ дождя произошли вслѣдствіе возвращенія одного и того же метеорнаго потока. Тогда является возможность вычислить его орбиту. Оказывается, что она вполнѣ совпадаетъ съ тою, которую описывала комета Біэлы. Скіапарелли считаетъ очень вѣроятнымъ, что комета и рой метеоровъ расположены по орбитѣ на очень близкомъ разстояніи, или даже комета находится внутри роя метеоровъ. Этотъ рой, говоритъ знаменитый астрономъ, занимаетъ не очень большую дугу по своей орбитѣ. Нѣтъ никакого основанія полагать, что комета или ядро,

которое составляетъ значительную часть ея и которое сдѣлалось невидимымъ, должны находиться внѣ этой дуги. Нужно вспомнить то обстоятельство, что въ 1872 году комета прошла черезъ узелъ или точку пересѣченія съ эклиптикой менѣе, чѣмъ за три мѣсяца до потока. Такую близость едва ли можно считать случайною. Но ее пришлось бы признать случайною, если бъ время обращенія было различно. Наконецъ, нужно принять во вниманіе, что тожество орбитъ заключаетъ въ себѣ равенство большихъ осей, а вмѣстѣ съ нимъ и равенство обращенія.

Если признать это тожество доказаннымъ, не трудно опредѣлить нижнюю границу метеорнаго роя изъ наблюденій 1872 и 1885 годовъ. Припомнимъ наблюденія 1872 года; сопоставимъ съ ними орбиту, по которой, согласно вычисленіямъ, шла комета въ 1865 году. Отсюда можно приблизительно вычислить разстояніе между кометою и тѣмъ метеорнымъ роемъ, который прорѣзала земля въ 1872 году. Въ 1865 году комета прошла чрезъ узелъ 27 декабря; прибавимъ теперь продолжительность оборота, которая для 1865 года равнялась 2 445 днямъ. Окажется, что слѣдующее прохожденіе кометы чрезъ узелъ должно было случиться 7 сентября 1872 года,—слѣдовательно, за 81 день до метеорнаго дождя. Можно заключить отсюда, что метеоры слѣдовали за кометою, отставая на 81 день или $^1/_{30}$ полнаго оборота. Такъ находимъ нижнюю границу, до которой распредѣляется вдоль дуги вещество кометы. Чтобы опредѣлить верхнюю границу потока, вспомнимъ, что между 1872 и 1885 годами этотъ обильный метеорный дождь не наблюдался ни разу. Повидимому, это доказываетъ, что наиболѣе плотная часть потока проходитъ чрезъ узелъ менѣе, чѣмъ въ годъ; это составитъ менѣе $^1/_6$ полнаго оборота. Если бы для прохожденія чрезъ узелъ требовался цѣлый годъ или болѣе, земля, вернувшись черезъ годъ на то же мѣсто, снова встрѣтилась бы съ потокомъ. Конечно, можно возразить, что наблюденію мѣшали лунный свѣтъ, дурная погода или кратковременность явленія; можно предположить далѣе, что рой метеоровъ въ нѣкоторыхъ точкахъ прерывался. Вотъ почему заключенія относительно верхней границы метеорнаго потока представляются очень неточными.

Въ 1860 году появилась блѣдная комета, которую наблюдали преимущественно на южномъ небѣ. Она точно также раздѣлилась на двѣ кометы. Послѣ того прошло болѣе двадцати лѣтъ, прежде чѣмъ повторился подобный случай. Третьяго сентября 1882 года на Мысѣ Доброй Надежды увидѣли комету, приближавшуюся къ солнцу. Наблюденія велись съ величайшею точностью. Вычисленіе показало, что 17 сентября эта комета настолько приблизилась къ солнцу, что должна была пройти чрезъ верхнія области его раскаленной атмосферы. Ея ядро было тогда совершенно круглымъ. Но 24 сентября оно стало казаться продолговатымъ; на слѣдующей недѣлѣ на немъ развились два свѣтлыхъ узла; можно было ждать, что оно раздѣлится. Что произошло на кометѣ въ ближайшіе дни, этого мы не знаемъ. Но 9 октября на обсерваторіи въ Аѳинахъ замѣтили рядомъ съ кометою громадную туманную массу. Она была во много разъ больше нашей земли. Ея форма быстро измѣнялась. Но она слѣдовала за кометою въ ея движеніи. На слѣдующей недѣлѣ эта масса удалилась отъ кометы, сдѣлалась больше и въ то же время блѣднѣе. При этомъ облако постоянно измѣняло свою форму, изгибалось дугою и, наконецъ, 13 октября исчезло совершенно. 18 октября въ Америкѣ неожиданно увидѣли къ юго-востоку отъ кометы шесть маленькихъ туманностей; онѣ походили на миніатюрныя кометы и скоро сдѣлались неви-

димыми. Наконецъ, 21 октября различили туманность болѣе значительныхъ размѣровъ; она была расположена къ востоку отъ кометы, на довольно большомъ разстояніи отъ нея. Всѣ эти туманности описывали такія же орбиты, какъ главная комета. Если взвѣсить всѣ обстоятельства, представляется несомнѣннымъ, что эти массы отдѣлились отъ главной кометы, или, скорѣе, были выброшены съ нея. По точнымъ изслѣдованіямъ профессора Бредихина, въ ядрѣ первичной кометы произо-



96. **Комета Брукса**
открытая 6 іюля 1889 г. Въ большой рефракторъ Лика.

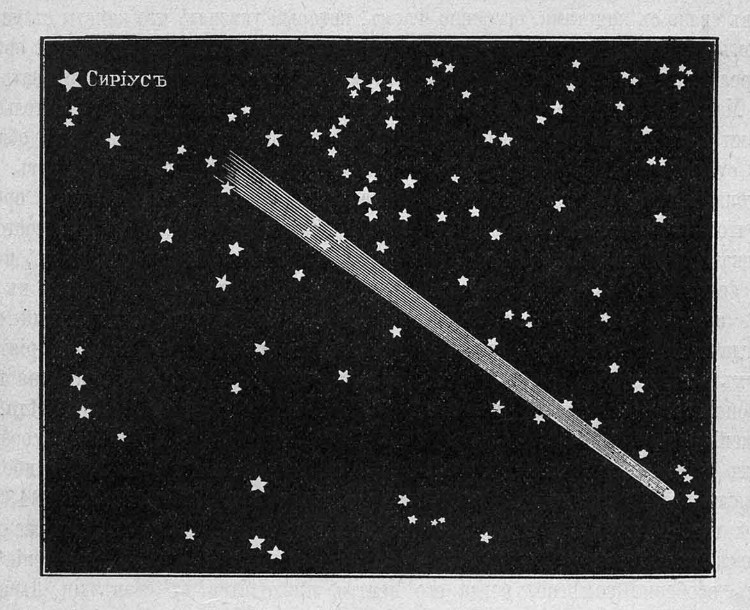
шелъ взрывъ или изверженіе; вслѣдствіе этого образовались маленькія кометныя туманности. Ясно, что подобные процессы относятся къ грандіознѣйшимъ космическимъ явленіямъ. Такое громадное свѣтило, какъ комета, распадается на части и ея обломки продолжаютъ нестись вокругъ солнца въ качествѣ самостоятельныхъ кометъ!.. Намъ трудно представить все величіе такой катастрофы. Въ той части мірового пространства, гдѣ господствуетъ солнце, такія событія, очевидно,—не рѣдкость, хотя мы не подозрѣвали этого до самаго послѣдняго времени. Въ теченіе 36 лѣтъ удалось три раза наблюдать распаденіе кометъ и образованіе новыхъ кометъ. Можно представить, сколько разъ повторялись подобныя явленія въ теченіе тысячелѣтій.

Шесть молодыхъ кометъ, о которыхъ мы говорили, были открыты американскимъ астрономомъ Барнардомъ. Этотъ ученый пришелъ къ убѣжденію, что такіе процессы совершаются гораздо чаще, чѣмъ думаютъ. Поэтому онъ совѣтовалъ въ сосѣдствѣ со вновь появившимся кометами тщательно искать блѣдныхъ туманныхъ спутниковъ. Его предложеніе подтвердилось на дѣлѣ. 6 іюля 1889 года была открыта новая комета; оказалось, что она состоитъ изъ трехъ ядеръ. На Вѣнской обсерваторіи замѣтили еще четвертое, крайне блѣдное ядро, которое стояло довольно далеко отъ главной кометы. Въ настоящее время мы можемъ, не колеблясь, принять положеніе: кометы представляютъ изъ себя небесныя тѣла, которыя очень часто распадаются вслѣдствіе изверженій; такъ происходятъ новыя свѣтила, движущіяся вокругъ солнца по обособленнымъ орбитамъ. Недавно этотъ фактъ былъ подвергнутъ точному изслѣдованію профессоромъ Бредихинымъ: онъ стремился опредѣлить тѣ условія, при которыхъ происходитъ разрушеніе и новообразованіе кометъ. Онъ находитъ, что отдѣленіе мелкихъ ядеръ отъ главной кометы вызывается опредѣленною силою, какъ-бы толчкомъ; но скорость этого толчка совсѣмъ не такъ велика, какъ можно было ожидать. У кометы 1882 года она равнялась, приблизительно, 21—45 метрамъ въ секунду.

Юныя кометы описываютъ вокругъ солнца пути, очень близкіе къ орбитѣ главнаго свѣтила, которому онѣ обязаны своимъ существованіемъ. Въ нашихъ спискахъ нерѣдко значатся кометы, пути которыхъ представляютъ большое сходство, хотя годы появленія у нихъ различны. Сюда принадлежатъ, напримѣръ: комета 1843 года, первая комета 1880 года и уже упомянутая вторая комета 1882. Вычисленія показываютъ, что послѣдняя изъ названныхъ кометъ обладаетъ періодомъ обращенія въ 772 г. Если предположить вмѣстѣ съ профессоромъ Бредихинымъ, что всѣ три кометы образовались, благодаря распаденію одной первичной кометы, это событіе должно было произойти около 1110 г. нашего лѣтосчисленія. Кромѣ того, существуютъ другія кометы съ короткимъ періодомъ обращенія, которыя могли произойти чрезъ распаденіе кометы, не существующей нынѣ: таковы вторая комета 1827 года и вторая 1852 года. Точно также первая комета 1799 года, вѣроятно, является потомкомъ большой кометы 1337 года. Если время обращенія такихъ кометъ обнимаетъ вѣка или даже тысячелѣтія, конечно, трудно ждать, что въ нашихъ спискахъ мы найдемъ комету, давшую имъ начало. Мы не знаемъ, сколько оборотовъ сдѣлали эти кометы съ момента своего происхожденія; да и самыя наблюденія наши только съ конца прошлаго столѣтія стали настолько точными, что по нимъ можно вычислять пути кометъ. Во всякомъ случаѣ, изысканія профессора Бредихина бросаютъ новый и своеобразный свѣтъ на исторію развитія кометъ. Они показываютъ, что, можетъ быть, многія изъ этихъ міровыхъ тѣлъ произошли въ недавнія времена,—въ тѣ времена, когда родъ человѣческій уже существовалъ на землѣ. Что кометы въ сравненіи съ планетами—свѣтила очень недолговѣчныя, это подозрѣвали давно; особенно настойчиво указывалъ на это Скіапарелли. Онъ выяснилъ, что при своей малой плотности, кометы должны распадаться вслѣдствіе притяженія со стороны солнца, какъ только онѣ приблизятся къ нему до извѣстнаго предѣла. Вѣроятно, съ этимъ обстоятельствомъ связано и раздѣленіе кометъ, о которомъ мы сейчасъ говорили, такъ какъ все это—кометы, которыя подходятъ къ солнцу необыкновенно близко. Ясно далѣе, что если комета даетъ начало новымъ самостоятельнымъ свѣтиламъ и если одновременно

отъ нея отдѣляются мелкія частицы, которыя мы наблюдаемъ въ видѣ падающихъ звѣздъ, общая масса ея должна постепенно уменьшаться, пока не наступитъ полное разрушеніе.

Мы упоминали, что для всякой кометы существуетъ предѣлъ прочности, которому, въ свою очередь, соотвѣтствуетъ опредѣленное разстояніе отъ солнца: если комета, приближаясь къ солнцу, перейдетъ за эту черту, притяженіе центральнаго свѣтила заставитъ ее распадаться. Распаденіе можетъ быть частичнымъ или полнымъ. Представимъ, что такая комета обладаетъ однообразной плотностью; въ такомъ случаѣ распаденіе начнется одновременно во всѣхъ ея частяхъ. Но, по всей вѣроятности, ядро кометъ никогда не бываетъ однороднымъ: скорѣе плотность возростаетъ отъ поверхности къ центру. Слѣдовательно, распаденіе начинается съ поверх-



97. **Комета 1843 года**.

ности и постепенно переходитъ на слои, болѣе глубокіе. Во всякомъ случаѣ, отдѣлившіяся части кометы описываютъ пути, которые очень мало отличаются отъ первоначальной орбиты кометы. Скіапарелли совершенно справедливо придаетъ этому обстоятельству особенное значеніе. Вещество кометъ распредѣляется, такимъ образомъ, вдоль орбиты и занимаетъ большую или меньшую дугу ея. Представимъ орбиту эллиптическую, слѣдовательно, замкнутую. Промежутки между различными частями потока будутъ постепенно увеличиваться; потокъ растянется на всю орбиту, и, въ концѣ концовъ, вещество кометы приметъ видъ эллиптическаго кольца.

Таковъ конецъ многихъ и, вѣроятно, даже всѣхъ кометъ, если взять достаточно большой промежутокъ времени: или онѣ распадаются на отдѣльныя свѣтила, или вещество ихъ располагается вдоль всей орбиты и образуетъ кольцо. Разъ мы при-

шли къ такому выводу, невольно является вопросъ: нельзя ли связать этотъ процессъ съ явленіемъ такъ называемаго зодіакальнаго свѣта? Если въ ясный весенній вечеръ, вскорѣ послѣ заката солнца внимательно разсматривать западную часть неба, можно замѣтить слабое мерцаніе, которое исходитъ отъ того мѣста горизонта, гдѣ спустилось солнце, и простирается иногда до Плеядъ. Осенью подобное мерцаніе видно на восточной сторонѣ неба незадолго до восхода солнца. Подъ тропиками, гдѣ сумерки коротки и небо гораздо яснѣе, это явленіе можно видѣть почти каждую ночь. Въ нашихъ странахъ зодіакальный свѣтъ блѣденъ и слабъ, но подъ тропиками онъ не уступаетъ въ яркости прекраснѣйшимъ частямъ Млечнаго Пути. Полоса зодіакальнаго свѣта отклоняется отъ плоскости земной орбиты не болѣе, какъ на 3—4 градуса. На этомъ основаніи, явленіе зодіакальнаго свѣта уже поставлено въ связь съ кометами, особенно Фаемъ, который указалъ, что кометы съ малымъ періодомъ обращенія тоже незначительно отклоняются отъ плоскости земной орбиты. Скіапарелли, напротивъ, замѣчаетъ, что этому обстоятельству нельзя придавать значенія. Малое наклоненіе орбитъ неизбѣжно вытекаетъ изъ тѣхъ обстоятельствъ, которыми обусловлены такія тѣсныя орбиты. Маленькія эллиптическія орбиты обязаны своимъ существованіемъ преимущественно „возмущающему“ дѣйствію планетъ. Планеты движутся въ плоскостяхъ, почти совпадающихъ съ плоскостью земной орбиты. Ясно, что подъ вліяніемъ планетъ плоскости кометныхъ орбитъ должны постоянно приближаться къ плоскости земной орбиты. Далѣе Скіапарелли разъясняетъ, почему нельзя связывать зодіакальный свѣтъ съ кометами, почему нельзя видѣть въ немъ кольцо, простирающееся надъ землею. Нужно помнить, что зодіакальный свѣтъ не всегда имѣетъ форму пирамиды, поднимающейся отъ солнца. При благопріятныхъ условіяхъ всегда можно видѣть слабое мерцаніе на той сторонѣ неба, которая прямо противоположна солнцу: его называютъ „отраженіемъ“ зодіакальнаго свѣта. Это „отраженіе“ впервые было замѣчено въ 1730 году Пезена, который сообщилъ о своихъ наблюденіяхъ въ мемуарахъ Парижской академіи за 1731 годъ. Гумбольдтъ наблюдалъ это явленіе въ Южной Америкѣ. Но только Брорсенъ въ 1843 году и послѣ него Джонсъ прослѣдили это явленіе подробнѣе. Скіапарелли также много занимался наблюденіемъ зодіакальнаго свѣта. Онъ нашелъ, что „отраженіе“ его бываетъ особенно замѣтно, когда его центръ приходится въ созвѣздіи Льва или Дѣвы. Труднѣе наблюдать это явленіе, когда его центръ лежитъ въ созвѣздіяхъ Водолея или Рыбы. 3 Мая 1862 года, около 12 часовъ ночи, Скіапарелли наблюдалъ зодіакальный свѣтъ въ видѣ свѣтлаго моста, который охватывалъ все видимое полушаріе неба, пересѣкая созвѣздія Близнецовъ, Льва, Дѣвы, Вѣсовъ и Скорпіона. Что же касается его блеска, наибольшая яркость наблюдается около солнца и въ противоположной точкѣ неба, наименьшая — соотвѣтствуетъ, по Скіапарелли, двумъ точкамъ, которыя отстоятъ почти на 130 градусовъ отъ солнца и на 50 градусовъ отъ центра „отраженія“.

Скіапарелли сдѣлалъ такое заключеніе: если бы зодіакальный свѣтъ состоялъ изъ скопленія фосфоресцирующихъ или самосвѣтящихся тѣлъ, или если бъ онъ былъ отраженіемъ отъ облака или кольца изъ твердыхъ тѣлъ, во всѣхъ этихъ случаяхъ наименьшая яркость должна была бы обнаружиться на сторонѣ неба, діаметрально противоположной солнцу. Но это противорѣчитъ наблюденіямъ. То же придется сказать, если примемъ, что зодіакальный свѣтъ состоитъ изъ свѣтящейся или освѣщен-

ной туманной матеріи: при этомъ условіи минимумъ яркости также долженъ приходиться на сторонѣ, противоположной солнцу. Опять полное противорѣчіе съ тѣми



98. **Зодіакальный свѣтъ въ Японіи.**

данными, къ которымъ привели наблюденія надъ „отраженіемъ“ зодіакальнаго свѣта.

VI.

Роль падающихъ звѣздъ въ солнечной системѣ.

Основная мысль новѣйшихъ работъ надъ космическими метеорами.—Высота, на которой вспыхиваютъ падающія звѣзды.—Изслѣдованія Скіапарелли.—Общіе признаки, характеризующіе движеніе падающихъ звѣздъ въ пространствѣ.—Вліяніе движеній земли на видимую численность метеоровъ.—Параболическое движеніе падающихъ звѣздъ.—Элементы орбитъ у главнѣйшихъ метеорныхъ потоковъ.—Распредѣленіе метеорныхъ радіантовъ на небесномъ сводѣ.—Сопоставленіе орбитъ, принадлежащихъ кометамъ и метеорнымъ потокамъ.—Вліяніе земного притяженія на паденіе метеоровъ.—Происхожденіе метеорныхъ потоковъ.—Связь между падающими звѣздами и „огненными шарами“.—Метеориты, какъ пришельцы изъ области неподвижныхъ звѣздъ.—Нѣкоторые метеориты могли получить начало на лунѣ.—Метеорные камни съ содержаніемъ органическаго вещества.

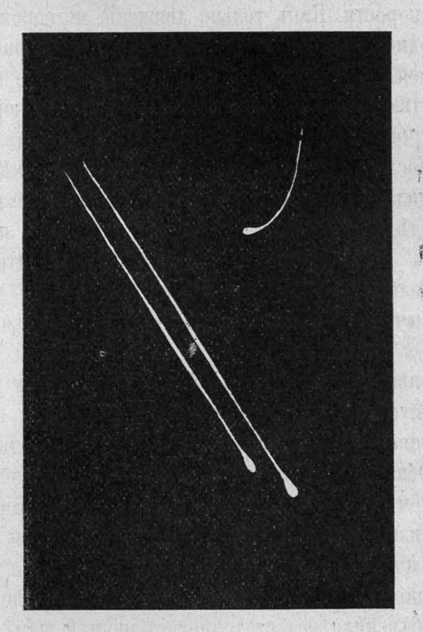
Вопросъ о падающихъ звѣздахъ еще недавно занималъ въ астрономіи второстепенное мѣсто. Наблюденій надъ ними имѣлось достаточно, но сущность явленія оставалась невыясненной. Довольствовались выводомъ, что падающія звѣзды или метеоры возникаютъ не въ нашей атмосферѣ; что происхожденіе ихъ космическое; что при своемъ движеніи чрезъ небесныя пространства онѣ подвергаются вліянію земного притяженія, прорѣзаютъ верхнія области нашей атмосферы, становятся раскаленными и свѣтятся. Только Скіапарелли далъ астрономическую теорію падающихъ звѣздъ,—теорію стройную, продуманную и вполнѣ разработанную. Роль метеоровъ была, наконецъ, выяснена во всей полнотѣ.

Какая же мысль лежитъ въ основаніи воззрѣній, которыя съ такимъ остроуміемъ и съ такимъ успѣхомъ были развиты Скіапарелли? Метеоры это—тѣла, совершающія движенія въ небесныхъ пространствахъ; они становятся видимы лишь тогда, когда попадаютъ въ земную атмосферу. Благодаря наблюденіямъ многихъ ученыхъ, эта мысль признана безспорною уже нѣсколько десятилѣтій назадъ. Довольно назвать имена Ольберса, Кетле, Гейса и Шмидта, чтобы показать, что принадлежность метеоровъ къ космическимъ тѣламъ установлена первыми авторитетами науки.

Высоты, на которыхъ метеоры становятся видимы, значительно превышаютъ верхній предѣлъ атмосферы. Обширныя изслѣдованія относительно границъ атмосферы произведены Юліемъ Шмидтомъ: ссылаясь на явленіе сумерекъ, онъ выводитъ, что атмосфера кончается на высотѣ 8—10 нѣмецкихъ миль. Послѣднія же работы проф. Вейса показали, что августовскіе метеоры загораются, въ среднемъ, на высотѣ $15^1/_2$ миль и потухаютъ на разстояніи 12 миль отъ земной поверхности. Можно ли утверждать, что метеоры вспыхиваютъ вслѣдствіе проиканія въ атмосферу? Однако эта трудность только кажущаяся: свойства верхнихъ слоевъ воздуха намъ совершенно неизвѣстны; быть можетъ, никогда мы не узнаемъ о нихъ ничего опредѣленнаго. Явленіе сумерекъ позволяетъ отмѣтить только ту грань, за которой атмосфера имѣетъ столь малую плотность, что свѣтъ, отражаемый ею, уже не различается нами. Опыты

Тиндалля показали, кромѣ того, что пространство можетъ быть наполнено матеріей и всетаки не отражать свѣта, т. е. можетъ являться оптически пустымъ. Несомнѣнно одно: метеоры становятся раскаленными въ замедляющей средѣ, принадлежащей нашей земной атмосферѣ. Какія же измѣненія вызываются при этомъ въ движеніи метеоровъ? Другими словами: какое вліяніе на путь метеора окажутъ движенія атмосферы?

Этотъ вопросъ подробно изслѣдованъ Скіапарелли. Сначала онъ обратилъ вниманіе на вращеніе атмосферы. Вотъ его выводы. Представимъ, что метеоръ падаетъ вертикально со скоростью 30 000 метровъ въ секунду. Вслѣдствіе вращенія атмосферы онъ долженъ описать линію, отклоненную въ направленіи отъ запада къ востоку. Уголъ между нею и отвѣсною линіею не превыситъ 37′35″. Для наблюдателя, принимающаго участіе во вращательномъ движеніи земли, этотъ уголъ останется совершенно незамѣтнымъ: ему будетъ казаться, что метеоръ падаетъ прямо съ зенита. Дѣйствіе вѣтра на путь падающихъ камней равно нулю. Напротивъ, сопротивленіе воздуха замѣтно отражается на полетѣ метеоровъ. Если бы падающія звѣзды были простыми матеріальными точками или однородными, не вращающимися шарами, сопротивленіе воздуха не могло бы измѣнить направленія ихъ полета; если движеніе въ пустомъ пространствѣ было прямолинейнымъ, оно останется такимъ и послѣ вступленія метеора въ замедляющую среду. Но разъ метеоръ вращается или не имѣетъ сферической формы, путь его при движеніи чрезъ замедляющую сферу будетъ измѣняться: онъ можетъ принять видъ змѣевидной, извилистой кривой. Нужно затѣмъ принимать во вниманіе положеніе пути относительно линіи зрѣнія наблюдателя. Тогда, по мнѣнію Скіапарелли, является возможность объяснить даже очень рѣдкія явленія стаціонарныхъ и обратныхъ падающихъ звѣздъ. Остроумны дальнѣйшіе выводы Скіапарелли: раскаленныя тѣла, которыя представляются намъ метеорами, неизбѣжно должны быть твердыми; иначе при встрѣчѣ съ атмосферой они проникали бы въ нее только по совершенно прямолинейному пути. Правда, спектры нѣкоторыхъ метеоровъ указываютъ на газообразную природу; но это происходитъ, вѣроятно, отъ того, что метеоръ въ концѣ своего пути достигаетъ температуры, при которой обращается въ пары.



Метеоры:
1) двойной метеоръ, наблюдавшійся Деннингомъ 29 дек. 1886 года; 2) метеоръ съ криволинейнымъ хвостомъ, срисованный Деннингомъ 25 дек. 1886 года.

Какъ измѣняется скорость метеоровъ подъ вліяніемъ атмосфернаго сопротивленія? Скіапарелли математическимъ изслѣдованіемъ показалъ, что

потеря скорости опредѣляется только количествомъ воздуха, съ которымъ метеоръ соприкасается на своемъ пути. Она вовсе не зависитъ отъ закона, по которому этотъ воздухъ распредѣленъ относительно плотности, и столь же мало зависитъ отъ длины пройденнаго пространства. Замѣчателенъ слѣдующій фактъ, установленный еще Бенценбергомъ: послѣ того, какъ метеоръ потерялъ уже значительную часть своей скорости, вліяніе начальной скорости на его движеніе сказывается въ ничтожной степени. Положимъ, говоритъ Скіапарелли, что мы имѣемъ нѣсколько метеоровъ, которые попадаютъ въ атмосферу, обнаруживая очень большія, но весьма различныя скорости. Какъ только движеніе метеоровъ очень замедлится, скорость ихъ полета на одной и той же высотѣ, при прочихъ равныхъ условіяхъ, окажется почти одинаковой. Представимъ два метеора, которые попали въ атмосферу съ начальными скоростями въ 72 000 и 16 000 метровъ. Скорость перваго дойдетъ до величины 500 метровъ на той высотѣ, гдѣ воздушное давленіе равно 20,301 миллиметра, а скорость послѣдняго—на высотѣ, которая соотвѣтствуетъ воздушному давленію въ 19,633 миллиметра. Такимъ образомъ, въ болѣе плотныхъ слояхъ воздуха оба метеора будутъ слѣдовать почти одному и тому же закону движенія. Это значитъ, что метеоръ съ большей скоростью теряетъ значительную часть своей живой силы на гораздо большихъ высотахъ, чѣмъ метеоръ съ меньшей скоростью. Приведемъ результаты вычисленій. Метеоръ, обладающій начальной скоростью въ 72 000 метровъ, утратилъ $^8/_9$ этой скорости и $^{80}/_{81}$ своей живой силы на высотѣ, гдѣ воздушное давленіе равно только 1,508 миллиметра. Между тѣмъ второй изъ взятыхъ нами метеоровъ, опустившись гораздо ниже,—до тѣхъ областей воздушнаго океана, гдѣ давленіе равно 2,463 миллиметра, потерялъ только $^3/_4$ своей скорости и $^{15}/_{16}$ живой силы. Оба метеора перевели часть своей живой силы въ теплоту. Но у перваго эта часть почти въ 21 разъ больше, чѣмъ у второго, хотя онъ не успѣлъ проникнуть такъ низко. Отсюда вытекаетъ замѣчательный выводъ: метеоры, *которые свѣтятся сильнѣе*, въ общемъ, должны быть *дальше* отъ поверхности земли. Этотъ выводъ вполнѣ подтверждается наблюденіями. Такъ устраняется трудность, которую раньше объясняли недостаточной точностью измѣреній, относящихся къ высотѣ падающихъ звѣздъ.

Много ли теплоты освобождается вслѣдствіе сопротивленія воздуха? Опредѣлить это *точно*—нельзя, такъ какъ мы не знаемъ, вся ли исчезающая механическая работа превращается въ теплоту, и какое количество послѣдней тратится на нагрѣваніе метеора. Во всякомъ случаѣ, можно смѣло утверждать, что на поверхности метеорита температура достигаетъ нѣсколькихъ тысячъ градусовъ и вполнѣ достаточна для расплавленія этой поверхности. Наибольшей величины температура метеора достигаетъ тотчасъ, какъ онъ попадаетъ въ атмосферу. Если прочія условія остаются неизмѣнными, высота температуры зависитъ не отъ поперечника или плотности метеора, не отъ направленія его пути, а исключительно отъ его скорости въ тотъ моментъ, когда онъ вступаетъ въ атмосферу. Повышеніе температуры бываетъ очень значительнымъ; несмотря на это, расплавляется только чрезвычайно тонкій слой съ поверхности метеора. Этимъ объясняется, почему метеориты, падающіе на поверхность земли, имѣютъ низкую температуру. Но этимъ нельзя зато объяснить, почему большая часть метеоровъ совершенно распадается и исчезаетъ въ атмосферѣ.



100. **Скіапарелли.**

Скіапарелли устраняетъ эту трудность однимъ указаніемъ: если внезапно поднявшаяся температура выше температуры плавленія тѣла, тогда вся его масса,—велика она или мала,—должна разсѣяться одновременно. Поэтому достигнуть земли могутъ только тѣ метеорныя массы, въ которыхъ космическая скорость теряется мало-по-малу, или которыя въ качествѣ спутниковъ болѣе значительныхъ массъ занимаютъ во время паденія пустое пространство, образующееся позади послѣднихъ или, наконецъ, тѣ, которыя падаютъ въ атмосферу въ направленіи почти горизонтальномъ, описываютъ очень длинные пути и останавливаются постепенно. Впрочемъ,



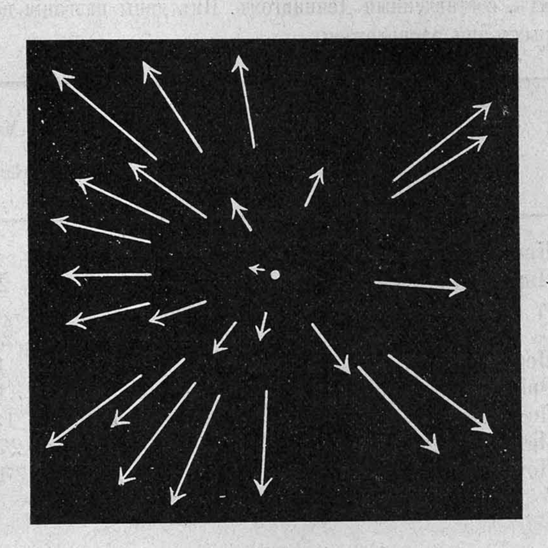
101. **Огненный дождь у береговъ Флориды.**

нѣтъ основаній думать, что всѣ метеоры распадаются одинаково и по одной и той же причинѣ. Даже въ химическомъ составѣ метеоровъ существуетъ не малое разнообразіе, какъ доказываютъ наблюденія надъ ихъ цвѣтомъ, величиной и хвостами.

Разсмотримъ общіе признаки, характеризующіе движеніе метеоровъ въ пространствѣ. Прежде всего мы находимъ, что оно отличается необыкновенной быстротой; отъ этого чувствительно страдаетъ точность наблюденія. Въ извѣстныя времена года, особенно въ нѣкоторыя августовскія и ноябрскія ночи, а также въ опредѣленные годы число появляющихся метеоровъ бываетъ настолько значительно, что они имѣютъ видъ огненнаго дождя: такъ и называли ихъ лѣтописцы. Это служитъ признакомъ, что мелкія космическія тѣла носятся въ пространствѣ не безъ плана, что въ своемъ числѣ и движеніи онѣ обнаруживаютъ извѣстную правильность. Крупныя

метеорныя скопленія возвращаются обыкновенно черезъ годъ, такъ что появленіе ихъ совпадаетъ съ опредѣленными положеніями земли на орбитѣ. Иногда, впрочемъ, они запаздываютъ. Примѣръ—ноябрскій потокъ падающихъ звѣздъ. Въ теченіе 100 лѣтъ моментъ появленія ихъ передвинулся почти на 3 дня. Какою причиною вызывается это замедленіе? Точное изслѣдованіе показываетъ, что половину его нужно приписать перемѣщенію точки, въ которой земля ежегодно встрѣчается съ роемъ падающихъ звѣздъ. Количество метеоровъ въ данной группѣ не останется постояннымъ: оно также измѣняется періодически; напримѣръ, для ноябрскихъ метеоровъ этотъ періодъ равенъ 33 годамъ.

Очень важный фактъ, впервые замѣченный въ 1833 году, это — такъ называемая радіація многихъ метеоровъ. Въ чемъ же состоитъ она? Въ большихъ метеорныхъ рояхъ линіи путей, продолженныя въ обратномъ направленіи, сходятся къ одной точкѣ или къ небольшой поверхности небеснаго свода; изъ этой точки онѣ расходятся на подобіе лучей. Эту точку называютъ радіантомъ. Всѣ наблюдатели въ данный моментъ видятъ ее на одномъ и томъ же мѣстѣ небеснаго свода; у нея нѣтъ параллакса. Слѣдовательно, радіантъ не можетъ находиться ни въ атмосферѣ, ни вблизи земли. Все явленіе, впрочемъ, представляетъ только результатъ перспективы, такъ какъ отдѣльные пути метеоровъ почти параллельны. Положеніе радіантовъ характерно для опредѣленныхъ метеорныхъ роевъ. Августовскіе метеоры расходятся изъ одной точки Персея, ноябрскіе изъ Льва; поэтому первые называются Персеидами, вторые Леонидами.



102. **Радіантъ**.

Замѣчательно, что нѣкоторые радіанты располагаются группами въ различныхъ областяхъ неба; при этомъ періоды метеорныхъ роевъ, принадлежащихъ къ одной и той же группѣ радіантовъ, немногимъ отличаются другъ отъ друга и большею частью растягиваются на нѣсколько недѣль. Поэтому можно думать, что нѣкоторые радіанты принадлежатъ къ общей системѣ, такъ какъ эту одновременность нельзя объяснять случаемъ.

Одинъ изъ тщательнѣйшихъ наблюдателей надъ метеорами, Деннингъ въ Бристолѣ, нашелъ, что нѣкоторые радіанты остаются дѣятельными очень долгое время: въ теченіе цѣлыхъ недѣль и даже мѣсяцевъ изъ нихъ вылетаютъ метеоры. Такъ, есть точка на разстояніи $1^1/_2$ градусовъ къ сѣверу отъ звѣзды β въ созвѣздіи Тре-

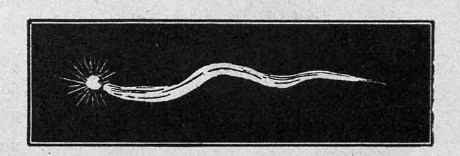
угольника; случается, что она высылаетъ метеоры въ продолженіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ—отъ іюля до декабря. Падающія звѣзды этого радіанта, большею частью, слабы; огненные шары встрѣчаются между ними рѣдко. Второй такой же радіантъ лежитъ, по Деннингу, на 46° прямого восхожденія и+45,6° склоненія, почти на срединѣ между звѣздами α и β въ Персеѣ. Онъ дѣятеленъ между 6 іюля и 30 ноября. Здѣсь постоянно вспыхиваютъ новые метеоры; въ іюлѣ же 1884 года, отъ 23 до 25 числа онъ далъ настоящій потокъ падающихъ звѣздъ. Трудно объяснить, почему дѣятельность этихъ радіантовъ продолжается цѣлые мѣсяцы: представимъ, что потокъ метеоровъ имѣетъ милліонъ миль въ поперечникѣ. Всетаки земля при своемъ полетѣ пронесется чрезъ него въ нѣсколько дней. Главные радіанты, дающіе наибольшее количество метеоровъ, дѣятельны въ теченіе малаго періода. Вотъ перечень ихъ, составленный Деннингомъ. Имъ даны названія по тѣмъ созвѣздіямъ, въ которыхъ они расположены.

Названіе метеорныхъ потоковъ.	Періодъ дѣятельности.	Максимумъ дѣятельности.	Положеніе радіантовъ.	
			Прямое восхожденіе.	Склоненіе.
Квадрантиды	28 дек.—4 янв.	2 янв.	229,8°	+52,5°
Лириды	16—22 апр.	20 апр.	269,7°	+32,5°
η Аквариды	30 апр.—6 мая.	6 мая.	337,6°	— 2,1°
δ „	23 іюля—25 авг.	28 іюля.	339,4°	—11,6°
Персеиды	11 „ —22 „	10 авг.	45,9°	+56,9°
Оріониды	9—29 окт.	18 окт.	92,1°	+15,5°
Леониды.	9—17 ноябр.	13 ноябр.	150,0°	+22,9°
Потокъ Андромеды . . .	25—30 ноябр.	27 „	25,3°	+43,8°
Потокъ Близнецовъ . . .	1—14 дек.	10 дек.	108,1°	+32,6°

Метеоры, которые по яркости превосходятъ самыя яркія звѣзды, называются болидами, а тѣ изъ нихъ, которые при своемъ появленіи развиваютъ чрезвычайный блескъ, называются огненными шарами. Появленіе послѣднихъ нерѣдко сопровождается такимъ обиліемъ свѣта, что ночью становится свѣтло, какъ днемъ. Въ такихъ случаяхъ они оставляютъ за собой блестящій хвостъ, который часто продолжаетъ свѣтиться, когда самъ огненный шаръ давно уже разлетѣлся или потухъ. Бываетъ, что огненный метеоръ пролетаетъ въ земной атмосферѣ путь длиною во много миль. Такъ, напр., огненный шаръ, появившійся 3 іюня 1883 года, пронесся надъ юго-западной Германіей, Голландіею и Сѣвернымъ моремъ, сдѣлавши болѣе 100 географическихъ миль. Проф. Нисль открылъ важный фактъ, что и для огненныхъ шаровъ существуютъ опредѣленные радіанты, которые отъ времени до времени становятся дѣятельными. Такъ, по его вычисленію, большой огненный шаръ, появившійся 17 іюня 1873 года, направлялся изъ точки неба, лежащей подъ 249° прямого восхожденія и 20° южнаго склоненія. Огненный метеоръ, пронесшійся 7 іюня 1878 года надъ Англіей и Франціей, вышелъ изъ точки, расположенной подъ 249°

прямого восхожденія и 21° южнаго склоненія. Огненный шаръ, наблюдавшійся 13 іюня 1879 года въ Австріи, началъ полетъ на 246° прямого восхожденія и 19° южнаго склоненія. Наконецъ, 3 іюня 1883 года появились два огненныхъ шара, слѣдовавшіе одинъ за другимъ черезъ два часа; одинъ пролетѣлъ надъ Далмаціей, другой надъ Германіей и Голландіей; оба направлялись изъ 249° прямого восхожденія и 20° южнаго склоненія. Итакъ, хотя огненные шары появляются спорадически, однако, подобно падающимъ звѣздамъ, они исходятъ изъ опредѣленныхъ точекъ неба. То же самое показалъ Деннингъ для болидовъ, которые появляются чаще, чѣмъ огненные шары; для нихъ поэтому можно было установить большее число радіантовъ. Такимъ образомъ, всѣ описанные метеоры представляютъ то общее свойство, что они исходятъ изъ опредѣленныхъ точекъ небеснаго свода или радіантовъ. Эти радіанты высылаютъ метеоры только въ извѣстныя времена года, въ остальное же время остаются недѣятельными. Какъ объяснить всѣ эти явленія?

Съ 1833 года, когда наблюдался блестящій дождь падающихъ звѣздъ, было предложено много различныхъ гипотезъ; но почти до настоящаго времени всѣ усилія оставались безплодными вслѣдствіе трудности предмета. Достигнуть результатовъ удалось лишь тогда, когда обратились къ слѣдующему пріему: были допущены извѣстныя гипотетическія предположенія; изъ нихъ выводили слѣдствія и затѣмъ провѣряли эти слѣдствія путемъ наблюденій. Благодаря этому пріему, Скіапарелли пришелъ къ слѣдующимъ заключеніямъ. Пути, описанные въ пространствѣ падающими звѣздами, имѣютъ огромное сходство съ орбитами кометъ. Абсолютная скорость падающихъ звѣздъ въ моментъ, когда онѣ достигаютъ земной атмосферы, почти равна скорости, отвѣчающей параболическому движенію. Нѣкоторыя кометы появляются въ сопровожденіи опредѣленнаго роя метеоровъ, причемъ тѣ и другіе описываютъ тожественные пути. Наконецъ, падающія звѣзды представляютъ, вѣроятно, результатъ разсѣянія кометной матеріи. Правда, еще до Скіапарелли были сдѣланы указанія, имѣющія нѣкоторое сходство съ этими поразительными выводами. Мы находимъ ихъ у Кардана, Маскелейна, Хладни и особенно у Рейхенбаха и Даніеля Кирквуда. Но эти намеки были отдѣльными предположеніями, которыя не были подкрѣплены точными изслѣдованіями.



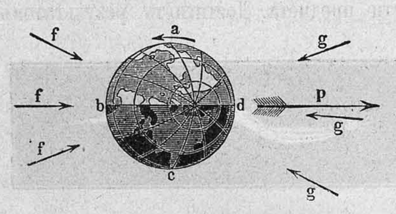
103. **Болидъ** въ видѣ огненнаго змѣя.

Первымъ важнымъ шагомъ впередъ въ области метеорной астрономіи было открытіе часовыхъ измѣненій въ числѣ падающихъ звѣздъ. Оно принадлежитъ Кувье-Гравье. Фактъ, установленный этимъ наблюдателемъ, былъ предусмотрѣнъ въ 1838 году Гэррикомъ и позже вполнѣ подтвержденъ Шмидтомъ. Фактъ заключается въ томъ, что для любого мѣста наблюденія наибольшее число падающихъ звѣздъ наблюдается въ 6 часовъ утра; долгота мѣста въ этомъ отношеніи не имѣетъ вліянія.

Кувье-Гравье нашелъ также, что падающія звѣзды распредѣлены неравномѣрно относительно странъ свѣта. Чаще всего метеоры движутся съ востока; рѣже—съ запада; сѣверъ и югъ занимаютъ въ этомъ отношеніи середину. Неутомимый Шмидтъ провѣрилъ эти результаты и подтвердилъ ихъ.

Всякая теорія относительно происхожденія падающихъ звѣздъ должна принять во вниманіе эти данныя, представляющія результатъ чистаго наблюденія. Здѣсь-то и встрѣтила наибольшія трудности космическая теорія метеоровъ. Еще въ 1827 г. Брандесъ сдѣлалъ предположеніе, что число метеоровъ измѣняется по часамъ; онъ ставилъ это измѣненіе въ связь съ годичнымъ обращеніемъ земли вокругъ солнца. Однако на эту мысль не обратили большого вниманія. Только позже она получила разработку въ изслѣдованіяхъ Гэррика и проф. Ньютона. Наконецъ, Скіапарелли прослѣдилъ ее до самыхъ отдаленныхъ выводовъ.

Какъ отражается движеніе земли на числѣ появляющихся метеоровъ? Предположимъ сначала, что земля недвижно стоитъ среди мірового пространства и со всѣхъ сторонъ равномѣрно окружена метеорами. Въ каждой точкѣ ея поверхности они падали бы тогда въ одинаковомъ числѣ. То же было бы, если бы земля вращалась вокругъ своей оси. Представимъ теперь, что центръ земли передвигается въ пространствѣ со скоростью гораздо большею, чѣмъ скорость движенія метеоровъ. Очевидно, что метеоры будутъ тогда попадать только на то полушаріе, которое лежитъ въ направленіи движенія земли. Обозначимъ это направленіе линіею, продолжимъ ее мысленно до пересѣченія съ небеснымъ сводомъ; точку пересѣченія Скіапарелли назвалъ апексомъ. Ясно, что въ каждомъ мѣстѣ земной поверхности падающія звѣзды могутъ быть видны только тогда, когда апексъ находится надъ горизонтомъ этого мѣста. Если скорость земного движенія не слишкомъ превышаетъ скорость метеоровъ, или даже меньше послѣдней, падающія звѣзды могутъ быть видимы во всякое время. Число ихъ для даннаго мѣста будетъ наибольшее, когда апексъ достигнетъ наибольшей высоты надъ горизонтомъ, т. е. будетъ находиться на меридіанѣ. Ясно отсюда, что количество метеоровъ въ различные часы ночи обусловлено отношеніемъ между скоростью земли и среднею скоростью метеоровъ. Опредѣлимъ это количество путемъ наблюденія; тогда можно вычислить отношеніе между скоростями. Такое вычисленіе произвелъ Скіапарелли въ 1866 году. Оказалось, что средняя скорость падающихъ звѣздъ въ 1,455 разъ болѣе скорости земли, т. е. очень мало разнится отъ параболической.

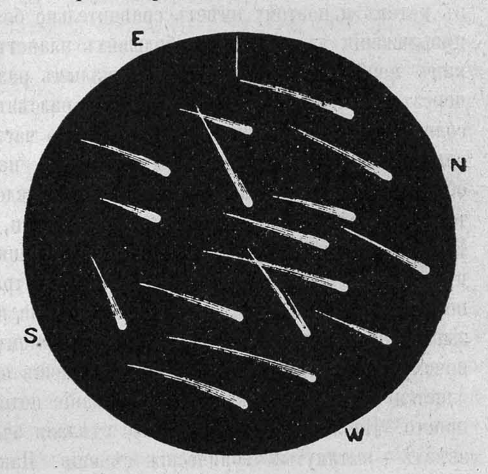


104. **Земля и метеоры**.
Направленіе полета обозначено стрѣлками; p—направленіе апекса; g—встрѣчные метеоры; b—идущіе вслѣдъ.

Если бы путь земли былъ правильнымъ кругомъ, мѣсто апекса на небесномъ сводѣ всегда лежало бы какъ разъ на 90° къ западу отъ мѣста солнца на эклиптикѣ, слѣдовательно, приходилось бы надъ горизонтомъ на меридіанѣ около 6 часовъ утра. Форма пути, по которому движется земля, немного отличается отъ круга; поэтому разстояніе апекса въ теченіе года не остается постояннымъ, но измѣняется въ предѣлахъ отъ 89°2′ до 90°58′. Апексъ можно разсматривать, какъ метеорное солнце. Легко видѣть, что восходъ этого „метеорнаго солнца“ приходится около полуночи, а закатъ въ нашихъ широтахъ всегда происходитъ днемъ. Скрывшись подъ горизонтомъ, апексъ опускается всего глубже около 6 часовъ вечера; это — моментъ такъ-называемой нижней кульминаціи. Поэтому лѣтомъ нельзя наблюдать ни той, ни другой

кульминаціи апекса, такъ какъ въ 6 часовъ утра и въ 6 часовъ вечера бываетъ свѣтло; за то зимою легко наблюдать и ту, и другую. Наибольшее склоненіе къ сѣверу приходится у апекса на время осенняго равноденствія, наибольшее южное склоненіе — на время весенняго равноденствія; во время солнцестояній его склоненіе равно нулю. Между лѣтнимъ и зимнимъ солнцестояніемъ „метеорное солнце“ находится, слѣдовательно, на сѣверныхъ параллельныхъ кругахъ и при кульминаціи достигаетъ большей высоты надъ горизонтомъ, чѣмъ въ слѣдующій періодъ отъ зимняго до лѣтняго солнцестоянія. Поэтому непремѣнно должны быть годичныя колебанія въ числѣ метеоровъ: въ первый періодъ мы должны видѣть больше метеоровъ, чѣмъ во второй. Этотъ выводъ вполнѣ подтвержденъ наблюденіями.

Въ 6 часовъ утра „метеорное солнце“ стоитъ надъ горизонтомъ на меридіанѣ. Съ этого момента до нижняго прохожденія чрезъ меридіанъ въ 6 часовъ вечера оно постоянно находится на западномъ полушаріи неба. Слѣдовательно, днемъ преобладающее направленіе падающихъ звѣздъ должно быть западное. Ночью, напротивъ, метеорное солнце всегда находится на восточной половинѣ неба, и наблюдатель въ это время долженъ видѣть наибольшее количество метеоровъ съ восточной стороны. Всѣ эти выводы совершенно совпадаютъ съ наблюденіями. „Пользуясь принципомъ Брандеса“, говоритъ Скіапарелли, „можно объяснить всѣ колебанія въ числѣ падающихъ звѣздъ. Слѣдовательно, эти колебанія не только не мѣшаютъ принять космическую теорію метеоровъ, а, скорѣе, блестящимъ образомъ подтверждаютъ ее. Всѣ разсмотрѣнныя условія, очевидно, сохраняютъ свое значеніе и въ томъ случаѣ, если не принимать полной равномѣрности въ распредѣленіи падающихъ звѣздъ по всѣмъ направленіямъ“.



105. **Рой телескопическихъ метеоровъ.**
Наблюденіе Брукса—28 ноября 1883 года.

Когда было показано, что метеоры, проносящіеся вблизи земли, имѣютъ параболическую скорость, самъ собою возникъ вопросъ: ограничивается ли аналогія между путями падающихъ звѣздъ и кометъ только тѣмъ, что тѣ и другіе—очень вытянутыя коническія сѣченія, или же можно найти другія сходства? Эрманъ выяснилъ, что орбита Персеидъ сильно наклонена къ эклиптикѣ, а проф. Ньютонъ доказалъ возвратное движеніе ноябрскихъ метеоровъ. Оказалось, что между метеорами и кометами существуетъ величайшее сходство не только въ формѣ, но и въ положеніи путей. „Такимъ образомъ“, говоритъ Скіапарелли, „естественно явилась гипотеза, допущенная еще Галлеемъ, что падающія звѣзды, подобно кометамъ, являются къ намъ изъ области неподвижныхъ звѣздъ. Такъ какъ падающія звѣзды доходятъ до насъ въ формѣ системъ, само собою возникаетъ предположеніе, что еще въ глуби-

нахъ пространства онѣ соединяются въ системы и образуютъ скопленія въ высшей степени тонкой матеріи. Если мы зададимъ вопросъ, какія видоизмѣненія должно претерпѣть такое скопленіе, приближаясь къ солнцу, то, къ нашему изумленію, мы узнаемъ слѣдующее. По закону тяготѣнія каждое очень разрѣженное облако, состоитъ ли оно изъ сплошной, непрерывной матеріи, или изъ отдѣльныхъ частицъ, съ приближеніемъ къ солнцу должно превратиться въ разрѣженный и очень длинный потокъ, изогнутый въ видѣ кривой. Въ сосѣднихъ съ землею пространствахъ эта кривая мало отличается отъ параболы и, вообще, приближается къ коническому сѣченію, очень вытянутому въ длину. Такъ, по моему мнѣнію, можно представить себѣ образованіе непеׁріодическихъ потоковъ падающихъ звѣздъ. Подобная теорія объясняетъ также образованіе кольцеобразныхъ періодическихъ потоковъ, къ которымъ вполнѣ основательно относятъ ноябрскій потокъ. Если космическое облако еще не превратилось въ потокъ и поэтому имѣетъ сравнительно большую плотность, то, при значительномъ приближеніи къ одной изъ большихъ планетъ, оно перемѣстится на путь съ короткимъ періодомъ обращенія и съ малымъ разстояніемъ перигелія. При прохожденіи черезъ перигелій, это облако можетъ разсѣяться вслѣдствіе неодинаковаго дѣйствія солнечнаго притяженія на различныя его части или вслѣдствіе разрушительной силы солнца. Мало-по-малу оно вытянется въ потокъ, который, наконецъ, сомкнется и образуетъ эллиптическое кольцо. Эти разсужденія находятся въ полномъ согласіи не только со всѣми извѣстными теперь фактами, но и съ космогоническими гипотезами Вильяма Гершеля и Лапласа. Почему не принять, что матерія небесныхъ пространствъ представляетъ всѣ возможныя степени концентраціи, плотности и разсѣянія? Значительное наклоненіе орбитъ и обратныя движенія падающихъ звѣздъ не позволяютъ связывать ихъ происхожденіе съ происхожденіемъ планетныхъ тѣлъ солнечной системы; почему же не приписать имъ происхожденія одинаковаго съ кометами? Это представляется почти неизбѣжнымъ. Образованіе потоковъ объясняется тогда очень легко и просто. Наблюденія Кувье-Гравье сдѣлали очень вѣроятнымъ, что пути падающихъ звѣздъ—вытянутыя коническія сѣченія. Наконецъ, незадолго предъ этимъ проф. Гёкъ также съ большой вѣроятностью показалъ, что и кометы доходятъ до насъ изъ глубины небеснаго пространства не какъ изолированныя массы, но какъ члены сложныхъ системъ, что онѣ также образуютъ потоки, хотя и не тожественные, но аналогичные съ потоками падающихъ звѣздъ. Слѣдовательно, при данномъ состояніи метеорной астрономіи, выводы, изложенные выше, представлялись очень правдоподобными. Знанія относительно орбитъ и вѣроятнаго происхожденія падающихъ звѣздъ казались настолько прочными, что ими можно пользоваться, какъ основаніемъ для дальнѣйшихъ изслѣдованій“.

Опираясь на эти идеи, Скіапарелли вычислилъ параболу, описываемую падающими звѣздами 10 августа. Слѣдуя Алекс. Гершелю, онъ принялъ радіантомъ ихъ точку неба, лежащую на 44° прямого восхожденія и 56° сѣвернаго склоненія. Черезъ плоскость земной орбиты эта группа метеоровъ прошла 11 августа 1866 года въ 6 часовъ утра.

Такимъ образомъ были найдены слѣдующие элементы пути для Персеидъ 1866 года:

Прохожденіе черезъ перигелій 1866 г. . . . . іюл. 23,62
Долгота перигелія . . . . 343°38′

Долгота восходящаго узла	138°16′
Наклоненіе орбиты	64°03′
Разстояніе перигелія	0,9643
Время обращенія	108 лѣтъ
Движеніе	обратное.

Чтобы найти время обращенія, Скіапарелли принялъ во вниманіе особенно яркія явленія августовскихъ метеоровъ. Данныя о нихъ онъ заимствовалъ изъ каталоговъ Кетле и Эд. Біо. Это время обращенія очень неточно. Относительная скорость, съ которой Персеиды встрѣчаютъ землю, вычислена изъ вышеприведенныхъ элементовъ пути.

Она равна 8 нѣмецкимъ милямъ. Это очень близко къ величинѣ въ $7^1/_2$ миль, выведенной Александромъ Гершелемъ изъ наблюденій.

Лѣтомъ 1862 г. наблюдалась большая комета (III); ея элементы, по Оппольцеру, слѣдующіе:

Прохожденіе черезъ перигелій 1862 г.	авг. 22,9
Долгота перигелія	344°41′
Долгота восходящаго узла	137°27′
Наклоненіе орбиты	66°26′
Разстояніе перигелія	0,9626
Время обращенія	121,5 лѣтъ
Движеніе	обратное.

Какъ видно изъ этихъ данныхъ, обѣ системы элементовъ отличаются другъ отъ друга на незначительную величину. Отклоненія эти можно смѣло приписать меньшей точности, съ которой опредѣлены радіантъ и узелъ метеоровъ Персея. Скорѣе слѣдуетъ удивляться, что въ элементахъ не оказалось разницы болѣе значительной. Отклоненіе въ данныхъ для времени обращенія больше, но оно не имѣетъ такого значенія уже потому, что этотъ элементъ въ обоихъ путяхъ можетъ быть вычисленъ только приблизительно.

Къ вышеприведеннымъ выводамъ Скіапарелли пришелъ уже въ концѣ ноября 1866 года. Онъ опубликовалъ ихъ въ декабрѣ. Въ то же время онъ указалъ, приблизительно, путь для ноябрскихъ метеоровъ, предполагая, что они имѣютъ періодъ обращенія въ $33^1/_4$ года, а ихъ радіантъ 13 ноября 1866 года находился подъ 143°12′ долготы и 10°16′ сѣверной широты.

Вотъ элементы орбиты для Леонидъ 13 ноября 1866 г.

Прохожденіе черезъ перигелій 1866 г.	ноябр. 10,092
Долгота перигелія	56°25,9′
Долгота восходящаго узла	231°28,2′
Наклоненіе орбиты	17°44,5′
Разстояніе перигелія	0,9873
Эксцентриситетъ	0,9046
Половина большой оси	10,340
Время обращенія	33,25 года
Движеніе	обратное.

Поразительно, что и для нихъ нашлась комета, которая движется по тому же самому пути. Комета I 1866 года описываетъ, по вычисленію Оппольцера, орбиту, опредѣляемую слѣдующими элементами:

Прохожденіе черезъ перигелій 1866 г.	янв. 11,160
Долгота перигелія	60°28,0′
Долгота восходящаго узла	231°26,1′
Наклоненіе орбиты.	17°18,1′
Разстояніе перигелія	0,9765
Эксцентриситетъ.	0,9054
Половина большой оси	10,324
Время обращенія.	33,176 года
Движеніе	обратное.

Совпаденіе двухъ метеорныхъ путей съ двумя кометными путями никакъ нельзя приписать случаю. Потому сэръ Джонъ Гершель вполнѣ справедливо замѣтилъ: „Это согласіе столь поразительно, что оно не оставляетъ никакого мѣста сомнѣнію въ общемъ происхожденіи кометъ и метеорныхъ камней“.

Съ тѣхъ поръ были вычислены пути многихъ метеорныхъ потоковъ. Когда ихъ сравнили съ путями извѣстныхъ кометъ, совпаденіе оказалось только въ слѣдующихъ четырехъ случаяхъ:

Потоки метеоровъ.	Кометы.
Лириды (апрѣльскіе метеоры)	1861 I
Персеиды (августовскіе метеоры).	1862 III
Потокъ Андромеды (ноябрскіе метеоры)	Біэлы
Леониды (ноябрскіе метеоры)	1866 I

Это число, конечно, чрезвычайно ничтожно, если принять во вниманіе всѣ вычисленные пути кометъ и метеорныхъ потоковъ. Когда орбиты августовскихъ и ноябрскихъ метеоровъ совпали съ орбитами III кометы 1862 года и I кометы 1866 года, астрономы думали сначала, что скоро окажется много другихъ такихъ же совпаденій. Это предположеніе было ошибочно. Надежда, что для многихъ кометныхъ путей будутъ найдены соотвѣтственные метеорные пути и обратно, не оправдалась. Такія совпаденія представляются исключительными. Если работы Скіапарелли въ этой области скоро были иллюстрированы совпаденіями нѣкоторыхъ метеорныхъ путей съ орбитами кометъ, это просто любопытная случайность.

Несомнѣнно, что вслѣдствіе земного притяженія въ нашу атмосферу попадаетъ много метеоровъ, которые иначе не встрѣтились бы съ землею. Скіапарелли вычислилъ, какъ велика эта прибавка: возьмемъ квадратъ увеличенной скорости метеоровъ и квадратъ простой относительной скорости; прибавка выражается отношеніемъ между этими квадратами. Этотъ фактъ впервые былъ замѣченъ проф. Ньютономъ. „Для потоковъ съ малой скоростью“, говоритъ Скіапарелли, „число падающихъ звѣздъ возростаетъ гораздо замѣтнѣе, чѣмъ для остальныхъ. Представимъ метеорное

копленіе, обладающее максимальной скоростью; подъ вліяніемъ земного притяженія число метеоровъ увеличится въ немъ въ отношеніи

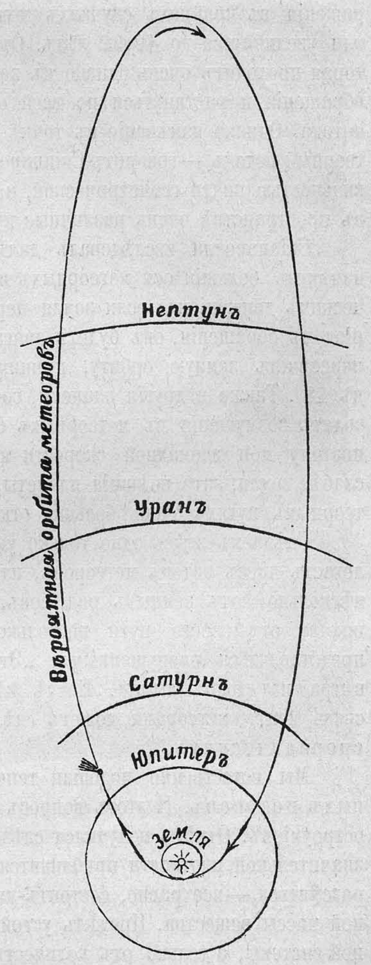
$$1:1{,}025$$

Зато для потоковъ съ наименьшей скоростью оно увеличится въ отношеніи

$$1:1{,}849.$$

Отсюда слѣдствіе: вообразимъ два потока; одинъ направляется къ землѣ отъ апекса, другой—отъ противоположной точки небеснаго свода, отъ анти-апекса; при прочихъ равныхъ условіяхъ, число метеоровъ въ первомъ потокѣ относится къ числу ихъ во второмъ, какъ 1,025 : 1,849 или, проще, какъ 5 : 9". Рой метеоровъ, увеличившійся благодаря притяженію земли, распредѣляется при этомъ на площади большей, чѣмъ одно полушаріе. Слѣдовательно, нельзя еще сказать, что количество метеоровъ, падающихъ на землю, возростаетъ, какъ количество падающихъ звѣздъ, видимыхъ данному наблюдателю или приходящихся на единицу поверхности опредѣленной величины.

Если бы на число метеоровъ вліяла одна только причина, притяженіе земли, потоки, направляющіеся съ анти-апекса, были-бы значительно богаче метеорами, чѣмъ идущіе со стороны апекса. Но этой причинѣ противодѣйствуетъ другая, которая не только уравновѣшиваетъ первую, но оказывается значительно сильнѣе. Благодаря ея вліянію, въ потокахъ, идущихъ отъ апекса, метеоровъ больше. Дѣло въ томъ, что число метеоровъ, являющихся въ теченіе часа, должно быть пропорціонально относительной скорости, съ которой они движутся. Это условіе гораздо благопріятнѣе для апекса, чѣмъ для анти-апекса; получается отношеніе 5,82 : 1. Другія условія, вліяющія на „часовую численность" метеоровъ, слѣдующія: разстояніе метеоровъ отъ наблюдателя; наклоненіе ихъ орбитъ; уголъ, подъ которымъ эти орбиты представляются глазу наблюдателя, и еще нѣкоторыя иныя, ускользающія отъ всякаго разсчета. Перечисленныхъ обстоятельствъ, въ связи съ очень измѣнчивыми состояніями атмосферы, достаточно, чтобы объяснить тотъ фактъ, что нѣкоторые потоки падающихъ звѣздъ въ однѣхъ мѣстностяхъ представляются очень яркими, въ другихъ, напротивъ, слабыми. Нѣтъ никакой нужды



106. **Орбита августовскаго потока метеоровъ.**

обращаться къ невѣроятной гипотезѣ, именно, будто извѣстнымъ мѣстностямъ метеоры оказываютъ предпочтеніе.

Какъ велики возмущенія, производимыя землею и другими планетами въ орбитахъ падающихъ звѣздъ? Вотъ вопросъ, крайне важный для теоріи метеоровъ. Скіапарелли подробно изслѣдовалъ его и пришелъ къ слѣдующему заключенію: если „возмущеніе“ производится землею, уголъ наибольшаго отклоненія для метеоровъ ноябрскаго потока достигаетъ $1^{0}28'$. Вслѣдствіе этого возмущенія, среднее время обращенія въ крайнихъ случаяхъ можетъ уменьшиться съ $33^{1}/_{4}$ лѣтъ до 28,67 лѣтъ или увеличиться до 49,92 лѣтъ. Отсюда можно видѣть, что та часть Леонидъ, которая проходитъ очень близко къ землѣ, имѣетъ возможность измѣнить свой періодъ обращенія и растянуться по всей орбитѣ въ формѣ разсѣяннаго кольцеобразнаго потока. Однако измѣненіе въ точкѣ радіаціи не будетъ очень значительнымъ. „Метеорный потокъ,—говоритъ Скіапарелли,—можетъ исходить изъ одной точки съ правильностью почти геометрической, и въ то же время элементы его будутъ описывать въ пространствѣ очень различные пути“.

Скіапарелли изслѣдовалъ далѣе, въ какой степени притяженіе земли можетъ измѣнить большія оси метеорныхъ путей. Возьмемъ метеоръ, обладающій параболическимъ движеніемъ; если земля перемѣститъ его на путь съ возможно малымъ періодомъ обращенія, онъ будетъ двигаться въ прямомъ направленіи, и парабола его пересѣчетъ земную орбиту, принимаемую въ этомъ случаѣ за кругъ, подъ угломъ въ 18^{0}. Также и другія планеты, соотвѣтственно своей массѣ и разстоянію, производятъ возмущенія въ метеорныхъ орбитахъ. У внутреннихъ планетъ масса мала; поэтому при громадной скорости метеоровъ внутреннія планеты вліяютъ на нихъ слабѣе земли; зато внѣшнія планеты, начиная съ Юпитера, могутъ вызывать въ метеорныхъ путяхъ очень большія отклоненія.

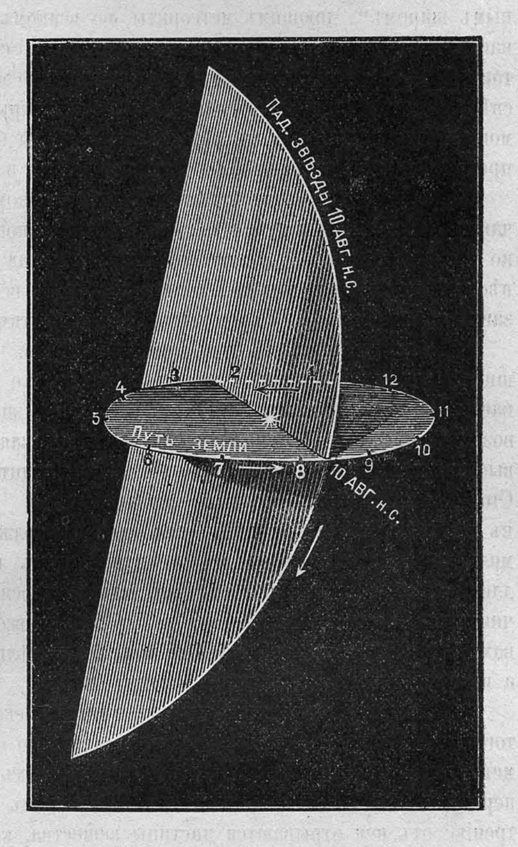
Сдѣлаемъ здѣсь одно только указаніе: если одна изъ крупныхъ планетъ пролетаетъ чрезъ потокъ метеоровъ, или, по крайней мѣрѣ, приближается къ нему на нѣсколько сотъ земныхъ радіусовъ, метеоры ближайшей части этого потока отклоняются отъ своего пути настолько сильно, что потокъ въ этой части будетъ представляться разрушеннымъ. „Это вліяніе планетъ подобно дѣйствію сильнаго вѣтра на столбъ дыма“. Послѣ нѣсколькихъ подобныхъ встрѣчъ первоначальная связь между метеорами можетъ сдѣлаться мало замѣтною, и они будутъ казаться спорадическими.

Мы естественно подошли теперь къ вопросу о происхожденіи метеорныхъ потоковъ. И этотъ вопросъ былъ изслѣдованъ Скіапарелли съ величайшимъ остроуміемъ. Отвѣтъ получился слѣдующій. Если система шарообразной формы и незначительной плотности приблизится до извѣстнаго предѣла къ солнцу, она должна разсѣяться,—все равно, состоитъ-ли она изъ отдѣльныхъ частицъ, или изъ сплошной массы вещества. Предѣлъ устойчивости зависитъ не отъ размѣровъ шарообразной системы, а только отъ количества заключенной въ ней матеріи и отъ разстоянія между нею и солнцемъ. Разъ этотъ предѣлъ достигнутъ, система равномѣрной плотности начинаетъ распадаться во всѣхъ слояхъ одновременно. Если же плотность системы возростаетъ въ направленіи къ центру, распаденіе начинается съ наружныхъ слоевъ. Разрушительное дѣйствіе солнца—простой результатъ его притяженія; такое же вліяніе могутъ оказывать планеты. Благодаря притяженію солнца, матерія

должна распредѣляться вдоль орбиты и занять нѣкоторую дугу ея. Положимъ, орбита была эллиптическая; въ концѣ концовъ, вся периферія будетъ занята матеріей, метеорами. Несомнѣнно, что и планеты могутъ непосредственно и посредственно производить распаденіе первоначальной массы и образованіе потока.

Все, что извѣстно намъ о кометахъ, приводитъ къ мысли, что массы ихъ представляютъ условія, благопріятныя для распаденія. Затѣмъ мы видѣли, что орбиты нѣкоторыхъ кометъ почти тожественны съ путями метеорныхъ потоковъ. Отсюда легко сдѣлать заключеніе, что метеорные потоки возникаютъ путемъ распаденія кометъ.

Мы разсмотрѣли отношеніе между падающими звѣздами и кометами. Теперь, опираясь на изслѣдованія Скіапарелли, постараемся освѣтить родство падающихъ звѣздъ съ метеоритами. Нѣкоторые ученые отрицаютъ тожество падающихъ звѣздъ и метеоритовъ; указываютъ, что паденіе ихъ на землю никогда еще не наблюдалось съ полной точностью. Другіе, напротивъ, приписываютъ тѣмъ и другимъ одинаковую природу.



107. **Орбита августовскихъ метеоровъ пересѣкаетъ орбиту земли.**

Скіапарелли приводитъ нѣсколько случаевъ, когда вещество падающихъ звѣздъ должно было достигнуть земли. Первый относится къ 1095 году, именно, къ большому потоку падающихъ звѣздъ, наблюдавшемуся во времена Клермонтскаго собора. Второй случай сообщенъ Гайдингеромъ: рѣчь идетъ о метеорѣ, упавшемъ 31 іюля 1859 года у замка Монтпрейсъ въ Штиріи. Метеоръ летѣлъ со скоростью падающей звѣзды, только блескъ его былъ сильнѣе. Упавши передъ церковью на твердую песчаную почву, онъ произвелъ въ ней небольшую ямку глубиною въ половину орѣховой скорлупы и выжегъ пятно, величиною съ талеръ. Упавшій предметъ оставался раскаленнымъ 5—8 секундъ. Онъ состоялъ изъ трехъ кусковъ пылеобразной или пескообразной массы, каждый величиною съ орѣхъ; куски были покрыты черной шлакообразной корой.

Третій случай наблюдался 16 ноября 1859 года, въ $8^1/_2$ часовъ вечера, въ Чэрльстонѣ въ Южной Каролинѣ. Масса метеора была химически изслѣдована Шепардомъ, который нашелъ, что она имѣетъ минеральное и землистое строеніе и содержитъ небольшое количество угля. Видъ метеорныхъ кусковъ отличалъ ихъ отъ всѣхъ извѣстныхъ органическихъ и неорганическихъ тѣлъ.

Нужно сознаться, что внѣшняя разница между падающей звѣздой и „огненнымъ шаромъ", дающимъ метеориты, во всякомъ случаѣ, значительная. Одна мелькаетъ на небесномъ сводѣ тихо и безшумно; свѣтъ ея чистъ; путь имѣетъ видъ тонкой черты. Другой представляетъ огненную массу, изливающую ослѣпительный свѣтъ; за нею тянется хвостъ; вокругъ нея искры и дымъ: разлетается она съ громовымъ трескомъ... Но эти двѣ формы связаны большимъ числомъ переходовъ; онѣ представляютъ только крайніе пункты одного и того же ряда явленій.

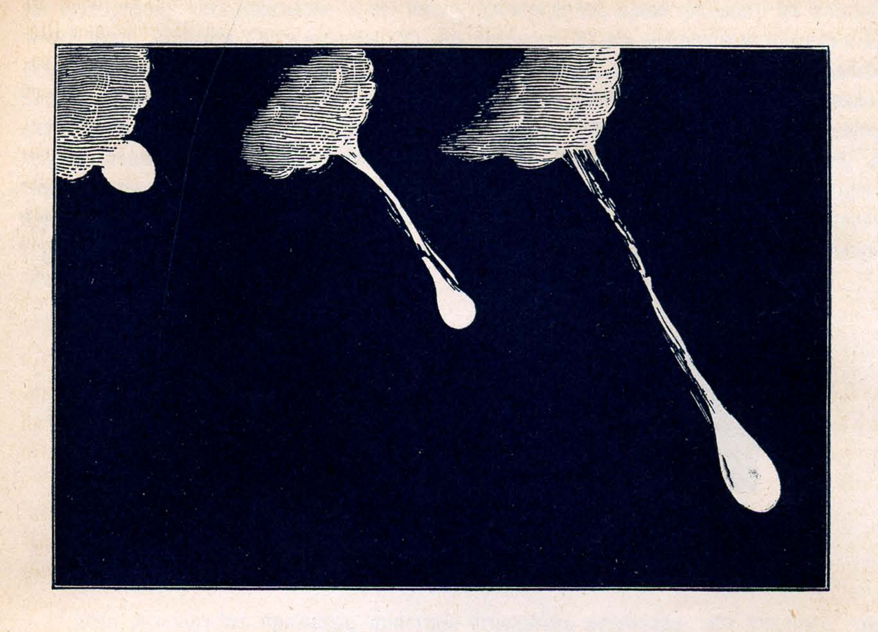
Огненные шары, вспыхивающіе съ трескомъ, лишь въ очень рѣдкихъ случаяхъ доставляютъ метеориты, хотя нѣтъ никакого сомнѣнія, что на землю постоянно падаютъ массы различной величины, начиная съ песчинокъ и кончая камнями вѣсомъ въ цѣлые центнеры. Только далеко не всегда ихъ находятъ, потому что это зависитъ отъ многихъ случайныхъ обстоятельствъ.

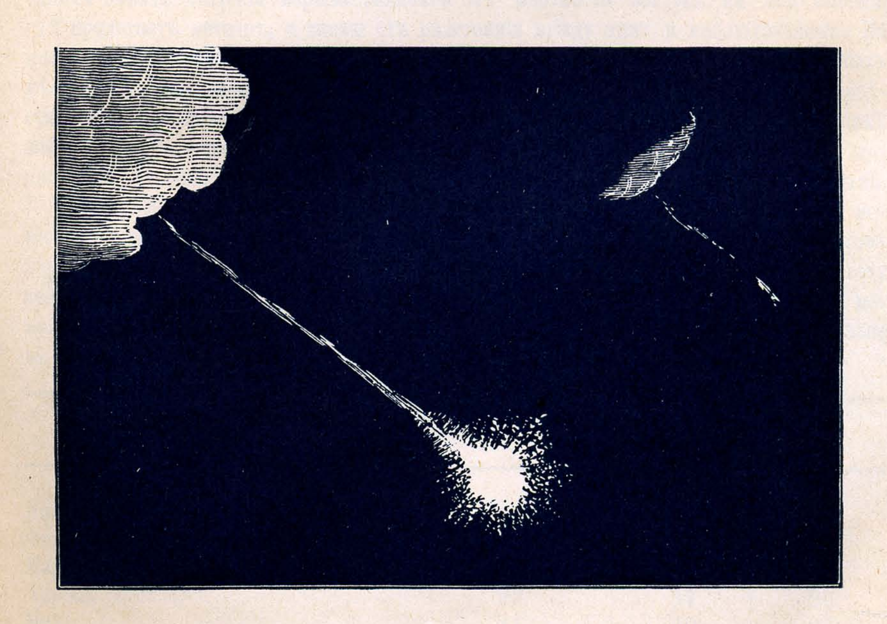
Не слѣдуетъ думать, что причиной грома, сопровождающаго появленіе большихъ огненныхъ метеоровъ, можетъ быть только взрывъ. Шумъ, который мы называемъ громомъ, говоритъ Гирнъ, происходитъ, какъ всѣмъ извѣстно, отъ того, что воздухъ, чрезъ который пробѣгаетъ электрическая искра, сразу нагрѣвается до очень высокой температуры и вслѣдствіе этого значительно увеличиваетъ свой объемъ. Столбъ воздуха, нагрѣтый и расширившійся такъ внезапно, нерѣдко тянется въ длину на нѣсколько миль. Такъ какъ продолжительность молніи не достигаетъ и милліонной части секунды, то, очевидно, шумъ возникаетъ одновременно по всей длинѣ столба. Но для наблюдателя, находящагося въ какой-нибудь точкѣ, шумъ начинается въ томъ мѣстѣ столба, гдѣ молнія всего къ нему ближе. Другими словами, по началу громоваго удара можно опредѣлить наименьшее разстояніе молніи, а по продолжительности грома—длину столба.

Мелкія пушечныя ядра едва достигаютъ скорости 600 метровъ въ секунду, тогда какъ метеориты попадаютъ въ воздухъ со скоростью 40 000 и даже 60 000 метровъ въ секунду. При такой скорости воздухъ немедленно разогрѣвается до температуры въ 4 000°—6 000° Ц. Поверхность метеорита подвергается сильному тренію; отъ нея отрываются частицы вещества, которыя сейчасъ же превращаются въ паръ. Въ этомъ, несомнѣнно, и заключается причина дыма, который оставляютъ за собой метеориты. Слѣдовательно, совершенно такъ же, какъ при молніи, нагрѣванію подвергается длинный и узкій столбъ воздуха; происходитъ расширеніе, правда, не такъ быстро, какъ при молніи, но, во всякомъ случаѣ, въ теченіе очень короткаго времени и на очень большомъ протяженіи.

При такихъ условіяхъ должны получиться явленія взрыва: сначала громовый ударъ, потомъ болѣе или менѣе протяжные раскаты. Если бы пушечному ядру сообщить скорость 100 000 метровъ въ секунду, мы слышали бы уже не свистъ, а громъ; при этомъ оно произвело бы лучъ, подобный молніи, и тотчасъ же сгорѣло-бы. Отсюда Гирнъ дѣлаетъ выводъ: нѣтъ никакой необходимости говорить о дѣйствительномъ взрывѣ, чтобы объяснить тотъ громъ, которымъ сопровождается паде-

ТАБЛИЦА VI.

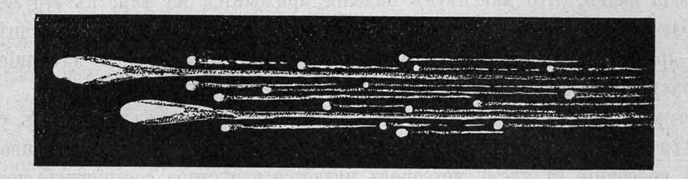




Огненный шаръ, наблюдавшійся 23 ноября 1877 года въ 8 ч. 24 мин.

(Salford).

ніе метеоритовъ. Онъ доказываетъ, что интенсивность шума, происходящаго въ каждой точкѣ пути, зависитъ 1)отъ высоты, 2) отъ скорости, 3) отъ величины метеорита и 4) отъ рельефа страны, надъ которой метеоритъ проносится. Онъ приводитъ наблюденіе Соссюра, что на высотѣ 5 000 метровъ пистолетный выстрѣлъ почти не производитъ шума. Затѣмъ онъ доказываетъ, что на высотѣ 100 000 метровъ плотность воздуха понижена до ничтожнѣйшей величины въ 0,000 000 004 килограмма, и температура равна, вѣроятно,—200°. Въ такой средѣ метеоритъ не можетъ производить шума, хотя будетъ испускать очень яркій свѣтъ, такъ какъ его температура и его свѣтъ происходятъ вслѣдствіе быстраго измѣненія плотности и не зависятъ отъ абсолютной величины ея.



108. **Болиды и падающія звѣзды.**
Наблюденіе Шмидта 19 октября 1863 года.

Если разсмотрѣть признаки, присущіе огненнымъ метеорамъ, мы увидимъ, что ни взрывъ, ни интенсивность свѣта не могутъ служить для отличія ихъ отъ падающихъ звѣздъ. Явленія взрыва зависятъ отъ плотности воздуха на той высотѣ, гдѣ пролетаетъ метеоръ, а также отъ разстоянія между нимъ и наблюдателемъ. На интенсивность свѣта огромное вліяніе имѣютъ состоянія атмосферы въ отдѣльныхъ мѣстностяхъ наблюденія. Распаденіе метеоровъ на отдѣльные куски также не представляетъ признака, который можетъ отличать огненные шары отъ падающихъ звѣздъ: въ ноябрскомъ потокѣ наблюдались одновременно падающія звѣзды и лопавшіеся метеоры, которые всѣ вылетали изъ общаго радіанта въ созвѣздіи Льва.

Единственное вѣское возраженіе противъ тожества падающихъ звѣздъ и метеоритовъ находили въ томъ, что паденіе метеоритовъ подчинено совсѣмъ другому періоду. Это—фактъ, котораго нельзя оспаривать. Уже Гайдингеръ въ 1860 году нашелъ, что число метеоритовъ, выпавшихъ послѣ полудня, превышаетъ число метеоритовъ до полудня на 40%. Распредѣленіе метеоритовъ по мѣсяцамъ указано въ таблицѣ, составленной Юл. Шмидтомъ.

	Паденіе метеоритовъ.	Взрывъ.	Хвостъ.
Январь	22	52	39
Февраль	19	44	32
Мартъ	27	51	38
Апрѣль	27	37	26
Май	41	40	27
Іюнь	31	33	31

	Паденіе метеоритовъ.	Взрывъ.	Хвостъ.
Іюль	39	44	50
Августъ	25	34	108
Сентябрь	18	36	59
Октябрь	28	50	54
Ноябрь	20	61	67
Декабрь	26	53	44

Отсюда видно, что максимумъ паденій приходится на май; въ это же время чаще наблюдаются и взрывы, тогда какъ явленія хвостовъ въ этомъ мѣсяцѣ рѣже, чѣмъ въ другіе. „Повидимому“, замѣчаетъ Шмидтъ, „чѣмъ полнѣе сгораніе, тѣмъ чаще образуются хвосты и тѣмъ рѣже падаютъ самые камни“.

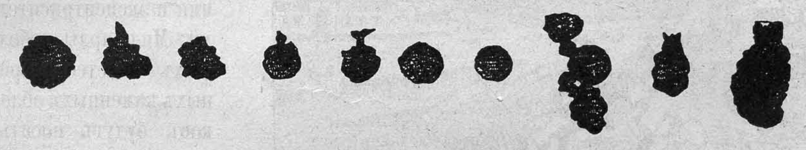
Почему же падающія звѣзды и метеориты подчинены въ своемъ появленіи неодинаковымъ періодамъ? Нужно вспомнить, что причиной ежедневныхъ колебаній въ числѣ метеоровъ является извѣстное соотношеніе между поступательнымъ движеніемъ земли по орбитѣ и суточнымъ, вращательнымъ движеніемъ. По этой причинѣ участки, окружающіе апексъ, должны высылать больше падающихъ звѣздъ, чѣмъ противоположныя области. То же правило имѣло бы силу и для метеоритовъ, если бы не было атмосферы. Но существованіе земной атмосферы совершенно измѣняетъ дѣло. Положимъ, что пути метеоритовъ параболичны; въ такомъ случаѣ скорость паденія въ направленіи апекса будетъ относиться къ скорости въ направленіи противоположномъ, какъ

$$4{,}34 : 1.$$

Представимъ, что со стороны апекса падаетъ какая-нибудь масса. Сопротивленіе атмосферы разовьетъ въ ней больше тепла, чѣмъ въ такой же массѣ, падающей съ противоположной стороны. Во сколько разъ больше? Въ $4{,}34 \times 4{,}34$, т. е. въ 19 разъ. Другими словами: причина, вызывающая распаденіе метеоровъ, вблизи апекса дѣйствуетъ въ 19 разъ сильнѣе, чѣмъ со стороны противоположной. Слѣдствія понятны: хотя въ сторонѣ апекса метеоровъ больше, они рѣже доходятъ до земли; метеориты падаютъ на ея поверхность преимущественно со стороны антиапекса. Обращали вниманіе, что при появленіи Персеидъ и Леонидъ число метеоритовъ, упавшихъ на землю, не увеличивается. Это обстоятельство вполнѣ объясняется большой скоростью названныхъ метеоровъ, радіанты которыхъ удалены отъ апекса на 40° и 10°. „Оба потока метеоровъ“, говоритъ Скіапарелли: „низвергаются на землю съ такой стремительностью, что совершенное распаденіе ихъ въ атмосферѣ представляется вполнѣ естественнымъ“.

Если это разсужденіе справедливо, метеорные потоки съ малой скоростью должны давать бо̀льшее количество метеоритовъ, чѣмъ, вообще, можно ждать для даннаго періода. Примѣромъ могутъ служить падающія звѣзды, которыя появляются въ первые дни декабря. Дѣйствительно, первая половина декабря отличается обильнымъ паденіемъ камней. Еще д'Арре высказалъ предположеніе, что эти аэролиты происходятъ отъ распаденія кометы Біэлы.

Всѣ разсмотрѣнные факты говорятъ за тожество падающихъ звѣздъ и метеоритовъ. Въ нѣсколькихъ случаяхъ можно было вычислить путь метеорита, проникшаго въ атмосферу: оказалось, что абсолютная скорость его больше параболической. Если бы этотъ результатъ былъ безусловно точенъ, пришлось бы, разсуждая о происхожденіи метеоритовъ, отнести ихъ къ области неподвижныхъ звѣздъ. Скіапарелли показалъ, что, если какое-нибудь небесное тѣло попадетъ изъ звѣздныхъ пространствъ въ сферу солнечнаго притяженія и даже внутрь нашей солнечной системы, оно должно описать гиперболическій путь. Кометы также приходятъ къ намъ изъ глубины міроваго пространства: на это ясно указываетъ нѣсколько гиперболическій характеръ нѣкоторыхъ кометныхъ орбитъ. Въ то же время коническое сѣченіе, которое онѣ описываютъ, имѣетъ почти параболическую форму. Все это, по мнѣнію Скіапарелли, свидѣтельствуетъ, что среди неизмѣримаго числа тѣлъ, наполняющихъ небесныя пространства, кометы образуютъ классъ, отличающійся совершенно своеобразнымъ характеромъ: орбита ихъ обладаетъ такой формой, которая для другихъ тѣлъ, по указанію теоріи, представляется наименѣе вѣроятною. Тѣло, являющееся изъ звѣздныхъ пространствъ, можетъ описывать почти параболическій путь только въ одномъ случаѣ: если скорость и направленіе его собственнаго движенія почти равны скорости и направленію собственнаго движенія солнца.



109. **Метеорная пыль,**
собранная на вершинѣ Монблана.

Слѣдовательно, кометы нужно разсматривать, какъ тѣла, родственныя съ солнцемъ: онѣ образовались изъ той же первичной туманности и теперь сопровождаютъ солнце на его космическомъ пути. Между тѣмъ метеориты, нисходящіе къ намъ по гиперболическимъ путямъ, это—пришельцы, залетающіе изъ звѣздныхъ міровъ.

Съ другой стороны, если принять въ соображеніе удивительно сходный минералогическій составъ метеоритовъ, однообразное строеніе ихъ массъ, благодаря которому они представляютъ какъ бы минеральные образцы одной и той же горы или одной и той же шахты, то вмѣстѣ съ Лаврентіемъ Шмидтомъ и Станиславомъ Менье легко придти къ заключенію объ общемъ тѣлѣ, обломками котораго являются аэролитныя массы.

Что мѣшаетъ намъ сдѣлать предположеніе, что метеориты получили начало на лунѣ? Возраженія, высказанныя противъ этой гипотезы, вовсе не такъ вѣски, какъ это представляется. Указываютъ на то, что тѣло, выброшенное луною и достигшее земли со скоростью 5 миль въ секунду, должно обладать начальной скоростью въ 33 000 метровъ. Но развѣ не могло быть на лунѣ столь сильныхъ взрывовъ, что они были въ состояніи сообщить тѣлу такую начальную скорость? Если принять во вниманіе кратеровидныя образованія лунной поверхности съ поперечникомъ въ 10 и даже 20 нѣмецкихъ миль, мы убѣдимся, что тамъ нѣкогда дѣйствовали вулканическія силы, рядомъ съ которыми наши земныя совершенно не могутъ идти въ срав-

неніе. Но это только первое возраженіе. Другое видятъ въ указаніи, что тѣло можетъ попасть съ луны на землю только при опредѣленномъ направленіи и опредѣленной начальной скорости. Конечно, это справедливо, если разсматривать задачу съ чисто геометрической точки зрѣнія и брать отдѣльный случай. Но предположимъ, что въ давно протекшія времена на лунѣ произошелъ огромный взрывъ, вслѣдствіе котораго часть ея поверхности отскочила и раздробилась на мелкія частицы. Мы можемъ представить себѣ, что этотъ взрывъ дѣйствовалъ изъ глубины на поверхность подобно минѣ, что онъ произвелъ громадныя кольцевыя горы и отбросилъ обломки въ пространство съ начальной скоростью въ 4—5 миль. Отдѣльные обломки будутъ описывать вокругъ луны орбиты, по большей части, эллиптическія, но это будутъ эллипсы съ самыми разнообразными положеніями и эксцентриситетами. Миллiарды небольшихъ метеорообразныхъ каменныхъ обломковъ будутъ носиться по такимъ орбитамъ вокругъ луны и даже вокругъ земли въ теченіе многихъ тысячелѣтій. Въ концѣ концовъ, вслѣдствіе возмущающихъ дѣйствій луны и земли, ихъ пути претерпятъ такія послѣдовательныя видоизмѣненія, что сегодня одно, завтра другое тѣло начнутъ падать на землю. Подобныя измѣненія орбитъ, подъ вліяніемъ силъ, производящихъ „возмущенія", доказаны для нѣкоторыхъ кометъ. Слѣдовательно, чтобы объяснить паденіе метеоритовъ, нужно принять, что число обломковъ, выброшенныхъ нѣкогда съ луны въ пространство, было очень велико. Почему бы не допустить этого? Скорѣе было бы удивительно, если бы при возникновеніи большихъ лунныхъ кратеровъ не произошло подобныхъ взрывовъ. Чего можно ждать иногда отъ вулканическихъ пароксизмовъ, это показалъ недавно вулканъ Кракатау, хотя онъ совершенно ничтоженъ сравнительно съ вулканами луны. Единственнымъ серьезнымъ возраженіемъ противъ предложенной гипотезы было бы доказательство, что метеориты движутся въ небесныхъ пространствахъ, дѣйствительно, по гипербо-

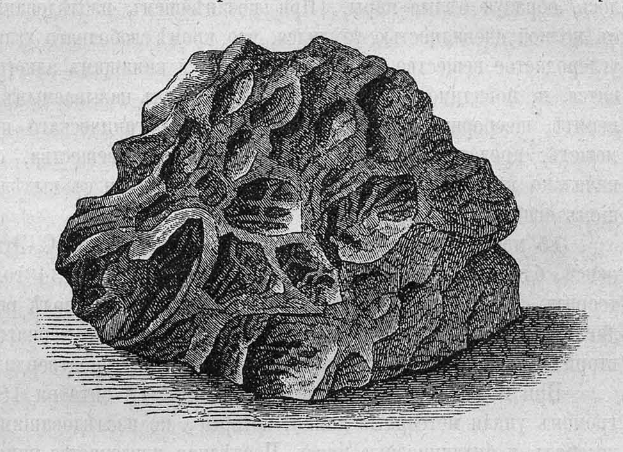


110. **Паденіе болида.**

лическимъ путямъ: въ такомъ случаѣ ихъ родиной пришлось бы считать область неподвижныхъ звѣздъ.

Но гиперболическая форма орбитъ пока еще не доказана съ необходимой точностью. Поэтому можно смѣло говорить о лунномъ происхожденіи метеоритовъ, не опасаясь стать въ противорѣчіе съ безспорными фактами.

Остается одно важное препятствіе: мы не можемъ провести границы между метеоритами и падающими звѣздами; скорѣе оба класса тѣлъ представляютъ лишь конечныя точки одного и того же ряда. Но для падающихъ звѣздъ связь съ кометами доказана вполнѣ. Поэтому мы вынуждены допустить, что и метеориты являются обломками кометъ. Наконецъ, слѣдуетъ принять во вниманіе недавнія изслѣдованія проф. Ньютона. Оказалось, что пути метеоритовъ, для которыхъ время паденія и направленіе движенія извѣстны, первоначально составляли съ земной орбитой острый уголъ; метеориты двигались въ томъ же направленіи, какъ и планеты, именно въ прямомъ, а не обратномъ. Какъ объяснить эту особенность? Причина должна быть космическая. Остается принять, что метеориты, пересѣкающіе земную орбиту, движутся только въ одномъ направленіи, или что тѣ, которые движутся въ направленіи противоположномъ, не пересѣкаютъ нашей атмосферы и не падаютъ на землю въ твердомъ видѣ. Проф. Ньютонъ нашелъ еще, что почти у всѣхъ метеоритныхъ орбитъ точка перигелія расположена на разстояніи 10—20 милліоновъ миль отъ солнца.



111. **Метеоритъ**, упавшій при Браунау въ 1847 году.

Свойства метеоритовъ, особенно изломъ ихъ, указываютъ, что они подвергались большимъ измѣненіямъ температуры. Нѣкоторые содержатъ газы: углекислоту, окись углерода и углеводороды, слѣдовательно, газы, обладающіе такимъ же спектромъ, какъ кометы. Въ немногихъ метеоритахъ оказалось, наконецъ, содержаніе угля. Одинъ изъ такихъ аэролитовъ упалъ недавно при деревнѣ Оргейль, во Франціи. Нашли около двадцати обломковъ, величиною отъ головы до кулака. Замѣчательно слѣдующее обстоятельство: по черной корѣ можно ясно видѣть, что всѣ эти обломки не принадлежали одному тѣлу, а были обособленными спутниками главной массы. Химикъ Клоецъ показалъ, что этотъ метеоритъ содержитъ 7,41% гуминоваго вещества; согласно съ нимъ, Пизани, который неоднократно занимался химическимъ изслѣдованіемъ метеоритовъ, нашелъ въ аэролитѣ 13,89% воды и органическое вещество. По Клоецу, гуминовое вещество содержитъ въ 100 частяхъ:

63,45 углерода
5,98 водорода
30,57 кислорода.

Еще съ большей несомнѣнностью присутствіе органическаго вещества было доказано въ метеорномъ камнѣ, упавшемъ 15 апрѣля 1857 года къ юго-западу отъ Дебречина. Этотъ камень состоялъ, главнымъ образомъ, изъ кремнекислоты, закиси желѣза, магнезіи и глинозема, магнитнаго колчедана, желѣза, никеля и нѣкотораго количества мѣди. Но при весьма тщательномъ изслѣдованіи Велеръ нашелъ, что этотъ метеорный камень заключаетъ также небольшое количество безцвѣтнаго, неясно кристаллическаго вещества, которое при накаливаніи въ трубкѣ сплавлялось и затѣмъ разлагалось съ обугливаніемъ, а при накаливаніи на воздухѣ улетучивалось, образуя бѣлые пары. При позднѣйшемъ изслѣдованіи знаменитый химикъ съ полной очевидностью убѣдился, что, кромѣ свободнаго угля, метеоритъ содержитъ углеродистое вещество, которое извлекается кипящимъ алкоголемъ. Оно легко плавится, и, повидимому, имѣетъ сходство съ такъ называемымъ горнымъ воскомъ (озокеритъ, шеерерит). Оно, безъ сомнѣнія, органическаго происхожденія, и, быть можетъ, представляетъ остатокъ органическаго вещества, содержавшагося первоначально въ метеорномъ камнѣ и разложившагося съ выдѣленіемъ угля подъ вліяніемъ огня.

15 марта 1806 года разорвался метеоритъ при С.-Этьенѣ де-Лольмъ и Валенсѣ, близъ Алэ. Его изслѣдовалъ Берцеліусъ въ 1834 году. Оказалось, что метеоритъ содержитъ органическую массу, которая въ водѣ растворяется, при накаливаніи бурѣетъ и оставляетъ нѣкоторое количество чернаго угля. Позднѣе Роско вторично изслѣдовалъ кусокъ этого метеорита и подтвердилъ выводы Берцеліуса.

При Боккевельдэ въ Капской колоніи 13 октября 1838 года съ ужаснымъ громомъ упали метеорные камни, которые, по изслѣдованіямъ Гарриса, заключаютъ углеродъ и битуминозную массу. Послѣдняя извлекается кипящимъ алкоголемъ и получается изъ него въ видѣ мягкаго смолообразнаго или воскообразнаго вещества, которое при нагрѣваніи въ трубкѣ легко плавится и затѣмъ разлагается; при этомъ остается черный уголь и выдѣляется сильный битуминозный запахъ.

VII.

Древность солнечной системы и земли.

Сравнительная древность отдѣльныхъ планетъ.—Образованіе отдѣльныхъ планетъ слѣдовало съ возростающей быстротою.—Законъ планетныхъ разстояній.—Почему онъ расходится съ дѣйствительностью—особенно для далекихъ планетъ.—Древность земли.

Благодаря успѣхамъ точной науки, происхожденіе солнечной системы извѣстно. Вопросъ этотъ выясненъ съ такою точностью и полнотою, что отъ дальнѣйшихъ работъ въ этой области можно ждать лишь незначительныхъ измѣненій въ общепри-

нятой теоріи. Въ иномъ положеніи вопросъ: сколько времени существуетъ солнечная система, сколько милліоновъ лѣтъ прошло съ тѣхъ поръ, какъ шарообразная туманность отдѣлила первое кольцо раскаленной матеріи и дала начало самой дальней изъ планетъ?—какой промежутокъ времени отдѣляетъ нашу эпоху отъ момента, когда появились нижнія планеты или сама земля? Эти вопросы въ высшей степени интересны. Но рѣшить ихъ такъ трудно, что лишь недавно осмѣлились поставить ихъ. Раньше же,—сорокъ или пятьдесятъ лѣтъ назадъ,—не пытались даже думать надъ такими задачами. Боялись упрека въ праздныхъ умозрѣніяхъ. Въ настоящее время можно спокойно поставить и освѣтить вопросъ о древности солнечной системы и отдѣльныхъ ея членовъ. Разъ онъ перешелъ въ эту стадію, его не оставятъ, пока какой-нибудь остроумный и счастливый изслѣдователь не найдетъ рѣшенія, на которомъ,—по крайней мѣрѣ, временно—можетъ успокоиться мыслящій человѣкъ. Спѣшу оговориться, что удовлетворительное рѣшеніе задачи, которой мы намѣрены заняться, не по силамъ нашему времени. Разсмотримъ всетаки, какъ далеко можно идти въ этомъ направленіи, опираясь на точные факты.

Извѣстно, что геологи различаютъ нѣсколько періодовъ въ исторіи земли; не хватаетъ только хронологическаго масштаба. Мы слышимъ въ геологіи о кембрійскомъ и силурійскомъ времени, о юрской и мѣловой эпохѣ; но у насъ нѣтъ масштаба, чтобы измѣрить продолжительность этихъ эпохъ, чтобы узнать, сколько лѣтъ заключалось въ каждой изъ нихъ. Лишь послѣ многихъ усилій удалось геологамъ найти сравнительную древность отдѣльныхъ пластовъ, соотвѣтствующихъ различнымъ періодамъ. Такъ, мы знаемъ, что остатки органической жизни, найденные въ силурійской формаціи, древнѣе каменноугольныхъ окаменѣлостей: эти послѣднія древнѣе третичныхъ, а третичныя окаменѣлости древнѣе дилювіальныхъ. Установить сравнительную древность пластовъ—это было большимъ успѣхомъ: понадобилось много труда, чтобы точно опредѣлить послѣдовательность пластовъ и каждому пласту указать соотвѣтствующее мѣсто.

Въ космологіи мы стоимъ предъ такою же задачею: нужно опредѣлить сравнительную древность планетъ. Трудностей здѣсь меньше. Согласно съ теоріей, дальнія планеты должны быть древнѣе, чѣмъ близкія къ солнцу. Слѣдовательно, самою древнею планетою является Нептунъ, самою молодою—Меркурій. Но можно идти дальше; можно взять двѣ опредѣленныхъ планеты и поставить вопросъ: во сколько разъ наружная планета древнѣе внутренней? Данныя, которыми располагаемъ мы для рѣшенія такихъ вопросовъ, въ настоящее время еще очень немногочисленны. Первичная туманность простиралась когда-то за орбиту Нептуна. Она постепенно сжималась; наконецъ, ея экваторъ почти совпалъ съ современною орбитою Нептуна. Тогда, благодаря быстрому вращенію, отъ нея оторвалось кольцо туманной матеріи; изъ него, въ концѣ-концовъ, образовалась планета Нептунъ. Гдѣ приходилась граница центральной туманности послѣ отдѣленія кольца,—нельзя указать съ полной точностью; во всякомъ случаѣ, туманность заходила за орбиту Урана. Прошло много лѣтъ; туманность постепенно уплотнялась и, наконецъ, ея границы приблизились къ современной орбитѣ Урана. Послѣдовало отдѣленіе новаго кольца; изъ него образовалась планета Уранъ. Дальнѣйшій ходъ развитія понятенъ. Въ общемъ, можно принять, что образованіе колецъ и отдѣленіе планетъ шло все быстрѣе и быстрѣе—по мѣрѣ того, какъ возростало сжатіе. При прочихъ равныхъ усло-

віяхъ, лучеиспусканіе зависитъ отъ величины поверхности. Извѣстно, что поверхности шаровъ относятся, какъ квадраты радіусовъ; объемы же относятся, какъ кубы радіусовъ; поэтому у мелкихъ шаровъ поверхность больше, сравнительно съ объемомъ, чѣмъ у крупныхъ. Примемъ солнце за центръ, а среднія разстоянія планетъ за радіусы; опишемъ этими радіусами нѣсколько шаровыхъ поверхностей; шаръ, описанный радіусомъ орбиты Нептуна, будемъ считать за единицу. При этихъ условіяхъ получатся слѣдующія отношенія между поверхностями и объемами описанныхъ шаровъ.

Планета.	Объемъ.	Поверхность.
Нептунъ	1	1
Уранъ	$\frac{1}{4}$	$\frac{2}{5}$
Сатурнъ	$\frac{1}{31}$	$\frac{1}{10}$
Юпитеръ	$\frac{1}{133}$	$\frac{1}{33}$
Марсъ	$\frac{1}{770}$	$\frac{1}{389}$
Земля	$\frac{1}{27000}$	$\frac{1}{904}$
Венера	$\frac{1}{72000}$	$\frac{1}{1728}$
Меркурій	$\frac{1}{470000}$	$\frac{1}{6034}$

Какой выводъ слѣдуетъ изъ этой таблицы? Мы видимъ, что объемъ туманности постепенно уменьшался, потеря же теплоты вслѣдствіе лучеиспусканія должна была, сравнительно, увеличиться. Вотъ почему сжатіе туманности и образованіе колецъ шло все быстрѣе и быстрѣе. Для образованія Нептуна понадобился очень большой промежутокъ времени; зато Уранъ отдѣлился скорѣе, Сатурнъ еще скорѣе, наконецъ, промежутокъ между образованіемъ Меркурія и солнца былъ самымъ короткимъ.

Понятно затѣмъ, почему дальнія планеты,—по крайней мѣрѣ, Юпитеръ и Сатурнъ,—донынѣ остаются раскаленными, тогда какъ внутреннія планеты, отъ Марса до Меркурія, давно остыли. Дальнія планеты крупнѣе, теплоты въ нихъ больше; потеря же теплоты происходила медленнѣе, потому что поверхность ихъ мала, сравнительно съ громадной массой. Если-бъ всѣ планеты отдѣлялись отъ туманности чрезъ одинаковые промежутки времени, разница въ лучеиспусканіи могла бы уравновѣшиваться еще бо̀льшею разницей во времени; даже Юпитеръ, не смотря на свои громадные размѣры, могъ бы къ настоящей эпохѣ остыть, какъ маленькій Меркурій. То же было бы, если-бъ образованіе планетныхъ міровъ относилось къ безконечно-отдаленной эпохѣ. Слѣдовательно, солнечная система возникла сравнительно недавно. Она далеко не пережила всѣхъ фазъ своего существованія, находится теперь въ періодѣ юности. Это заключеніе подтверждается состояніемъ солнца, насколько извѣстно оно въ настоящее время. Солнце обнаруживаетъ крайне высокую температуру; во всякомъ случаѣ, оно находится въ состояніи раскаленной до-бѣла жид-

кости и окутано раскаленной атмосферой, гдѣ многія трудноплавкія тѣла носятся въ видѣ тончайшаго пара. Слѣдовательно, солнце очень далеко отъ того момента, когда поверхность его начнетъ затягиваться корой. Правда, на разныхъ мѣстахъ его поверхности мы видимъ пятна, какъ продукты охлажденія, но существованіе ихъ непродолжительно, и сумма ихъ поверхностей крайне мала, сравнительно со всей поверхностью огненнаго шара.

Здѣсь умѣстно сказать нѣсколько словъ о первоначальномъ состояніи той туманности, изъ которой развилась планетная система. Предположимъ, что до образованія планетъ вся матерія была равномѣрно распредѣлена въ пространствѣ, простиравшемся за орбиту Нептуна; допустимъ даже, что этотъ сфероидъ былъ очень сплюснутъ; легко вычислить, что его плотность была въ десять милліоновъ разъ меньше плотности водорода. При такой малой плотности туманность не могла долго сохранять высокую температуру: она охладилась, и началось уплотненіе, явившееся новымъ источникомъ теплоты. Спектральный анализъ также дѣлаетъ вѣроятнымъ, что нѣкоторыя туманности, наблюдаемыя въ настоящее время, обладаютъ не очень высокою температурою. Даже въ эту эпоху, когда отъ земли отдѣлялась луна, первая оставалась еще газообразной; вычисленіе доказываетъ, что средняя плотность земли была тогда въ пять разъ меньше плотности водорода.

Въ прежнее время дѣлались неоднократныя попытки открыть закономѣрность въ разстояніяхъ отдѣльныхъ планетъ отъ солнца. Берлинскій астрономъ Боде съ особенной любовью работалъ надъ этою задачею. Воспользовавшись указаніемъ Тиціуса, онъ, дѣйствительно, нашелъ родъ прогрессіи, представляющей разстоянія планетъ отъ солнца. Прогрессія получается слѣдующимъ образомъ. Берутъ геометрическую прогрессію: 3, 6, 12, 24 и т. д. Приписываютъ къ ея началу 0 и прибавляютъ ко всѣмъ членамъ ряда по 4. Полученныя числа соотвѣтствуютъ разстояніямъ планетъ отъ солнца, если разстояніе земли принимается за 10.

Планета.	Рядъ чиселъ Боде.	Дѣйствительныя разстоянія.	Разница.
Меркурій	$0 + 4 = 4$	3,9	0,1
Венера	$3 + 4 = 7$	7,2	0,2
Земля	$6 + 4 = 10$	10,0	0,0
Марсъ	$12 + 4 = 16$	15,2	0,8
Малыя планеты	$24 + 4 = 28$	21—43	—
Юпитеръ	$48 + 4 = 52$	52,0	0,0
Сатурнъ	$96 + 4 = 100$	95,4	4,6
Уранъ	$192 + 4 = 196$	191,9	4,1
Нептунъ	$384 + 4 = 388$	300,6	87,4

Это и есть такъ называемый законъ Тиціуса-Боде. Впослѣдствіи Вурмъ лучше согласилъ его съ дѣйствительностью. Онъ принялъ разстояніе земли за 1000 и затѣмъ выразилъ среднія разстоянія планетъ слѣдующей формулой:

$$387 + 2^{n-2} \,.\, 293.$$

Если произвести вычисленіе, найдемъ разстоянія отдѣльныхъ планетъ. Въ слѣдующей таблицѣ рядомъ съ числами, вытекающими изъ формулы Вурма, приведены дѣйствительныя разстоянія планетъ отъ солнца.

Планета.	Разстоянія планетъ по формулѣ Вурма.	Дѣйствительныя разстоянія.	Разница.
Меркурій	387	387	—
Венера	680	723	+ 43
Земля	973	1 000	+ 27
Марсъ	1 559	1 524	— 35
Юпитеръ	5 075	5 203	+ 128
Сатурнъ	9 763	9 539	— 224
Уранъ	19 193	19 182	+ 43
Нептунъ	37 891	30 070	— 7 821

Числа, выведенныя теоретически, соотвѣтствуютъ дѣйствительности; исключеніемъ является Нептунъ. Было бы всетаки ошибкой, если бъ мы приняли, что коэффиціенты формулы Вурма соотвѣтствовали дѣйствительности въ ту эпоху, когда отдѣлялись туманныя кольца и возникали планеты. Современныя разстоянія планетъ могутъ отличаться отъ первоначальныхъ; разстоянія могли уменьшаться вслѣдствіе сопротивленія эфира, длившагося милліоны лѣтъ; при прочихъ равныхъ условіяхъ, эта убыль тѣмъ значительнѣе, чѣмъ древнѣе данная планета. Можно думать поэтому, что наибольшимъ измѣненіямъ подверглись орбиты наружныхъ планетъ; внутреннія-же планеты наименѣе отклонились отъ первоначальныхъ путей. Поэтому, чтобы вывести общую формулу для первоначальныхъ разстояній планетъ, мы должны обратить особенное вниманіе на внутреннія планеты. Итакъ, воспользуемся формулою Вурма, но, опредѣляя для нея обѣ „постоянныя“, будемъ имѣть въ виду современныя разстоянія Меркурія и Венеры; получимъ слѣдующую формулу для первоначальныхъ разстояній планетъ:

$$387 + 2^{n-2} \cdot 336.$$

Вотъ таблица, гдѣ приведены первоначальныя и современныя разстоянія планетъ; указана также разница между обѣими величинами.

Планета.	Первоначальное (теоретическое) разстояніе отъ солнца.	Современное разстояніе отъ солнца.	Разница.
Меркурій	387	387	
Венера	723	723	
Земля	1 059	1 000	— 59
Марсъ	1 731	1 524	— 207
Юпитеръ	5 763	5 023	— 560
Сатурнъ	11 139	9 539	— 1 600
Уранъ	21 891	19 182	— 2 709
Нептунъ	43 395	30 070	—13 325

Изъ этой таблицы видно, что современныя разстоянія планетъ меньше первоначальныхъ; чѣмъ дальше планета отъ солнца, другими словами, чѣмъ она старше, тѣмъ значительнѣе разница. Если бъ въ послѣдней колоннѣ нашей таблицы хоть одно число оказалось меньше предыдущаго, это было бы доказательствомъ, что мое предположеніе ошибочно, что разстоянія отдѣльныхъ планетъ не отличаются существенно отъ первоначальныхъ. Теперь же можно сдѣлать обратный выводъ: всѣ планеты за время своего существованія замѣтно приблизились къ солнцу вслѣдствіе сопротивленія эфира; особенно сильно перемѣстились наружныя планеты. Отъ этого произошли перемѣны въ „вѣковыхъ возмущеніяхъ" планетныхъ орбитъ. Я не хочу указывать дальнѣйшихъ слѣдствій, сдѣлаю одно только замѣчаніе: были произведены вычисленія относительно формы земной орбиты, обнимавшія милліоны лѣтъ; ими хотѣли объяснить явленія ледниковаго періода; теперь эти вычисленія теряютъ всякое значеніе.

Я сказалъ выше, что солнечная система переживаетъ періодъ юности, что древность ея не велика. Въ дѣйствительности, она существуетъ милліоны лѣтъ; но этотъ промежутокъ можетъ показаться незначительнымъ, если сопоставить его съ тѣмъ громаднымъ рядомъ лѣтъ, на который можетъ растянуться ея существованіе.

Нельзя ли хоть приблизительно опредѣлить возрастъ какой-нибудь планеты, выразивши его въ годахъ или, вѣрнѣе, въ милліонахъ лѣтъ? Тогда явилась бы возможность сдѣлать рядъ интересныхъ выводовъ, особенно относительно размѣровъ механической силы, которая въ видѣ теплоты покоится въ солнцѣ и столько времени изливается изъ него въ міровое пространство. Я пытался сдѣлать такое опредѣленіе относительно земли. Но эта попытка даетъ лишь предѣльную величину для возраста земли, ту величину, которой дѣйствительный возрастъ земли не можетъ ни перейти, ни достигнуть. Затѣмъ мои вычисленія простираются только до той эпохи, когда земля начала уже покрываться твердою корою.

Размышляя надъ вопросомъ, какъ устроено ядро земли, неизбѣжно придемъ къ выводу, что въ строеніи внутреннихъ областей нашей планеты должна господствовать симметрія: центръ тяжести окруженъ со всѣхъ сторонъ концентрическими слоями, плотность которыхъ постепенно убываетъ, если приближаться отъ центра къ поверхности. Безъ такого правильнаго распредѣленія массъ внутри земли большая часть астрономическихъ изысканій была бы совершенно немыслима. На поверхности земли мы видимъ уклоненія отъ концентрическаго расположенія пластовъ. Причиной ихъ являются то вулканическія, то нептуническія вліянія. Вулканы, землетрясенія, плутоническія силы, механическое и химическое дѣйствіе воды—все это создало неправильности на самой поверхности земли и въ областяхъ, лежащихъ непосредственно подъ нею. Сравнительно со всѣмъ объемомъ земли, эти неправильности ничтожны. Если бъ можно было срыть европейскія горы и равномѣрно разсыпать ихъ по всей поверхности Европы, средняя высота этой части свѣта возросла бы на 914 футовъ. Сѣверная Америка при тѣхъ же условіяхъ повысилась бы на 702 фута, Южная Америка—на 1 080 футовъ, Азія—на 1 062 фута. Между тѣмъ радіусъ земли представляетъ длину въ 19 632 000 футовъ. Рядомъ съ этой величиной, неровности земной поверхности представляются совершенно незамѣтными.

У полюсовъ земля сплюснута. Въ послѣднее время размѣры этой сплюснутости опредѣлены съ большой точностью. Бессель, написавшій классическую работу о сжа-

тіи земли, даетъ для него среднюю величину $^1/_{299}$. Позднѣйшія изслѣдованія показали, что земля сжата сильнѣе. Предѣльной величиной можно считать дробь $^1/_{289}$.

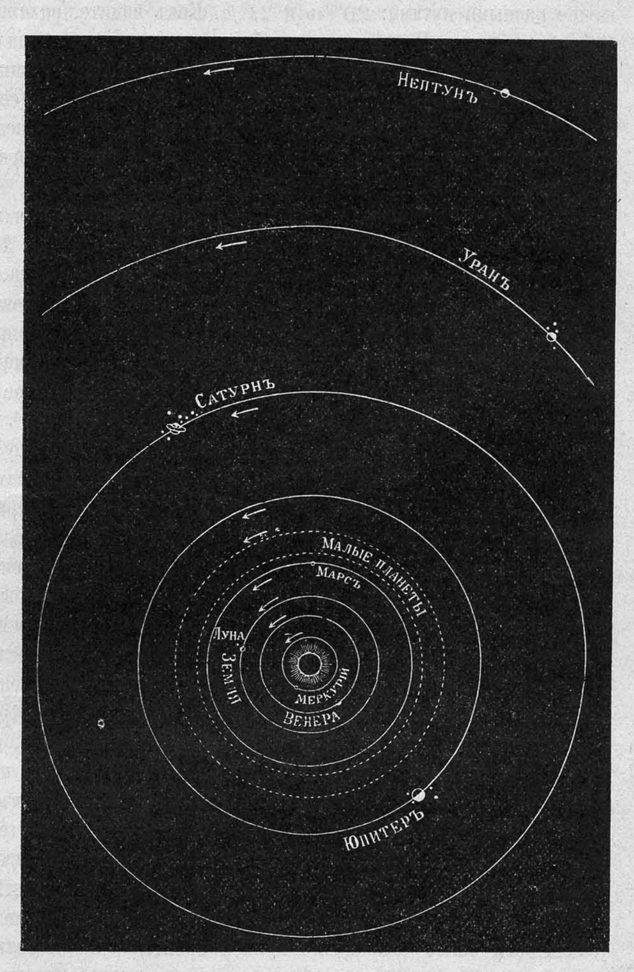
Сплюснутость нашей планеты доказываетъ, что въ началѣ своего существованія земля находилась въ огненно-жидкомъ состояніи. Она свидѣтельствуетъ также, что земля уже въ ту эпоху вращалась около оси. Если бъ не было вращенія, земля представляла бы совершенно правильный шаръ. Лишь послѣ того, какъ началось вращательное движеніе, экваторіальные пласты поднялись надъ прежнимъ уровнемъ и образовали вдоль экватора выпуклость, которая превратила шаръ въ сфероидъ.

Представимъ жидкій шаръ величиною съ землю; представимъ, что плотность всѣхъ слоевъ его одинакова, что онъ вращается около оси и заканчиваетъ полный оборотъ въ то же время, какъ земля. Вычисленіе показываетъ, что такой жидкій шаръ долженъ получить сплюснутость, равную $^1/_{231}$. Но эта сплюснутость больше той, какую въ дѣйствительности находимъ у земли. Чтобы вывести сплюснутость величиною въ $^1/_{289}$, пришлось бы допустить, что въ прежнія эпохи земля вращалась медленнѣе, чѣмъ теперь. Но такое предположеніе ни на чемъ не основано; мало того: ему противорѣчатъ самые вѣскіе факты.

Представимъ теперь шаръ величиною съ землю, у котораго центръ безконечно плотнѣе, чѣмъ прочія части, у котораго, слѣдовательно, вся масса сосредоточена въ центрѣ. Заставимъ этотъ шаръ дѣлать оборотъ около оси въ одно время съ землей: въ 23 часа 56 минутъ. Вычисленіе приводитъ къ выводу, что этотъ шаръ долженъ превратиться въ сфероидъ со сжатіемъ въ $^1/_{578}$. Эта сплюснутость вдвое меньше современной сплюснутости земли. Чѣмъ объяснить такую разницу? Тѣмъ, что центру воображаемаго шара приписана безконечно-большая плотность. Отсюда слѣдуетъ, что только центръ обладаетъ массою, прочія же части шара—нѣтъ; это предѣльный случай, который никогда не достигается въ дѣйствительности. Затѣмъ мы допустили предположеніе, что вращеніе земли оставалось все время такимъ, какъ нынѣ. Это также ошибочно: мы увидимъ, что вращеніе нашей планеты должно постепенно замедляться. Спрашивается: какъ велика должна быть продолжительность вращенія, чтобы при безконечной плотности центра воображаемый шаръ получилъ точно такую сплюснутость, какая наблюдается теперь у земли? Вычисленіе показываетъ, что для этого оборотъ вокругъ оси долженъ заканчиваться въ $17^1/_4$ часовъ. Съ другой стороны, если бъ всѣ пласты земного шара представляли одинаковую плотность, и въ то же время оборотъ его около оси совершался въ $17^1/_4$ часовъ, сплюснутость шара достигла бы значительной величины въ $^1/_{120}$. Мы еще не выяснили, по какому закону наростаетъ плотность съ приближеніемъ къ центру земли. Однако ясно, что современное состояніе земного шара приходится между двумя намѣченными предѣлами: шаръ съ безконечно-плотнымъ центромъ и шаръ, у котораго всѣ пласты представляютъ одинаковую плотность. Какъ бы ни измѣнялось состояніе земли между этими предѣлами, ни въ какомъ случаѣ не могла она дѣлать оборотъ около оси скорѣе, чѣмъ въ $17^1/_4$ часовъ. Почему же? Потому, что въ такомъ случаѣ сплюснутость была бы больше, чѣмъ наблюдается въ дѣйствительности. Въ настоящее время продолжительность вращенія—23 часа 56 минутъ. Слѣдовательно, сколько бы лѣтъ ни существовала земля, она не успѣла еще замедлить свое вращеніе на $6^3/_4$ часа.

Передъ нами три величины: продолжительность вращенія, сплюснутость, законъ наростанія плотностей. Математика показываетъ, что если двѣ изъ нихъ даны, третью можно

опредѣлить вычисленіемъ. Этимъ путемъ нашли, напримѣръ, что если имѣть въ виду современную продолжительность вращенія и современную величину сплюснутости, квадратъ плотности внутреннихъ пластовъ измѣняется, какъ давленіе. Но вѣдь въ прошлыя эпохи, когда произошла сплюснутость, продолжительность вращенія была короче, чѣмъ теперь. Значитъ, найденный законъ нарастанія плотности не соотвѣтствуетъ дѣйствительности. Во всякомъ случаѣ, установлено, что нарастаніе плотности съ приближеніемъ къ центру земли должно быть крайне значительнымъ: объ этомъ говоритъ большая средняя плотность земли. Въ извѣстномъ смыслѣ, землю можно сблизить съ шаромъ, у котораго центръ обладаетъ безконечно-большой плотностью; это значитъ: первоначальная продолжительность вращенія заключалась между $17^1/_4$ и 24 часами. Мы уже не разъ указывали, что не знаемъ закона, по которому наростаетъ плотность съ приближеніемъ къ центру земли; остается обратиться къ теоріи вѣроятностей: по ея указаніямъ, первоначальная продолжительность вращенія равна $20^6/_{10}$ часа. Что эта величина не слишкомъ отклоняется отъ истинной, можно показать вычисленіемъ.



112. **Солнечная система**.

Когда Лапласъ сдѣлалъ извѣстныя предположенія относительно сжатія внутренней массы земли, онъ получилъ для земли сплюснутость въ $^1/_{360}$, считая, что оборотъ около оси продолжается 24 часа. Эта величина меньше дѣйствительной. Оста-

вляя тѣ же предположенія, какія были сдѣланы Лапласомъ, я измѣнилъ это вычисленіе въ одномъ направленіи: я старался опредѣлить не сплюснутость, а продолжительность оборота, при которой могла получиться сплюснутость, наблюдаемая нынѣ. Я получилъ отвѣтъ: $21^1/_2$ часъ. Сравнимъ эти двѣ величины, полученныя совершенно разными путями: $20^6/_{10}$ и $21^1/_2$. Какъ видите, разница меньше, чѣмъ можно было бы ожидать. Принимая, что оборотъ около оси совершался въ $20^6/_{10}$ часа, мы, во всякомъ случаѣ, не дѣлаемъ большой ошибки: несомнѣнно, что первоначальная продолжительность оборота была гораздо меньше, чѣмъ современная, и гораздо больше, чѣмъ предѣльная—$17^1/_4$ ч. Если бъ теперь удалось найти среднюю величину замедленія для такого періода, продолжительность котораго извѣстна,—вопросъ о хронологическомъ возрастѣ земли былъ бы рѣшенъ.

До послѣдняго времени думали, что скорость вращенія земли въ теченіе историческаго періода не подверглась никакимъ измѣненіямъ. Въ подтвержденіе этого взгляда обыкновенно ссылались на изслѣдованіе Лапласа относительно средняго движенія луны. Попытаюсь выяснить принципъ этихъ изслѣдованій. Уже Галлей пришелъ къ выводу, что со времени греческаго астронома Гиппарха среднее движеніе луны сдѣлалось быстрѣе. Лучшіе геометры того времени напрасно тратили усилія, стараясь найти причину такого страннаго явленія. Что такое среднее суточное движеніе луны? Это—дуга, которую луна описываетъ на небѣ въ теченіе сутокъ. Допустимъ, что въ теченіе сутокъ луна пробѣгаетъ дугу ровно въ 13 градусовъ и что вращеніе земли внезапно замедлилось на $^1/_{13}$, другими словами: что сутки внезапно сдѣлались длиннѣе на $^1/_{13}$ своей прежней величины. Эта перемѣна отразилась бы на среднемъ движеніи луны: дуга, проходимая луною въ продолженіе сутокъ, увеличилась бы на $^1/_{13}$. Наблюдателю казалось бы, что среднее движеніе луны ускорилось на $^1/_{13}$. Такимъ образомъ, еще во времена Галлея можно было бы объяснить ускореніе въ движеніяхъ луны: стоило принять, что вращеніе земли замедляется. Но послѣднее считалось неизмѣннымъ, и Лагранжъ показалъ впослѣдствіи, что, дѣйствительно, существуетъ обстоятельство, которое ускоряетъ движенія луны независимо отъ измѣненій вращенія. Это обстоятельство— уменьшеніе эксцентриситета земной орбиты. Большая полуось земной орбиты остается неизмѣнной, но, вслѣдствіе общаго воздѣйствія планетъ, эллиптическая форма орбиты постепенно приближается къ круговой. Среднее разстояніе между землей и солнцемъ при этомъ увеличивается, вліяніе солнца на луну становится меньше. Къ чему сводилось это вліяніе? Къ тому, что тяготѣніе луны къ землѣ ослабѣвало и луна нѣсколько отдалялась отъ земли. Разъ вліяніе солнца на луну уменьшится, тяготѣніе луны къ землѣ возростаетъ, и окружность лунной орбиты, соотвѣтственно съ этимъ, суживается. Отъ наблюдателя не ускользнетъ такое сокращеніе лунной орбиты: луна постоянно будетъ оказываться впереди того мѣста, которое занимала бы, если бъ на нее не вліяло уменьшеніе эксцентриситета. Всѣ эти соображенія вполнѣ согласуются съ наблюденіемъ. Спрашивается однако, существуетъ ли соотвѣтствіе между величиной „ускоренія“ и уменьшеніемъ эксцентриситета земной орбиты. На этотъ вопросъ можно было отвѣтить только съ помощью высшаго анализа. Лапласъ произвелъ необходимыя изслѣдованія съ такою полнотою, что задача казалась рѣшенною. Для величины „ускоренія“ онъ нашелъ такое выраженіе:

$$10,72\ t^2 \text{ секунды;}$$

t означаетъ число столѣтій, протекшихъ съ 1750 года. Вслѣдствіе „ускоренія“ измѣняется положеніе луны на небесномъ сводѣ; отъ этого положенія зависятъ явленія солнечныхъ и лунныхъ затменій. Вотъ почему старинныя наблюденія затменій доставляютъ хорошее средство вывести величину „ускоренія“ прямо изъ наблюденій. Этимъ путемъ Ганзенъ получилъ величину: 12,18 секунды. Разница между нею и той величиной, которую Лапласъ вывелъ теоретически, очень не велика: 1,56 секунды. Легко было придти къ убѣжденію, что измѣненіе эксцентриситета земной орбиты—единственная и вполнѣ достаточная причина, вызывающая „ускореніе“ въ движеніи луны. Изъ результата, полученнаго Лапласомъ, вывели еще одно крайне важное слѣдствіе: за послѣднія двѣ тысячи лѣтъ продолжительность сутокъ не измѣнилась даже на сотую долю секунды. Если бъ продолжительность вращенія возросла на эту величину, вѣковое движеніе луны было бы теперь на 2 000 секундъ больше, чѣмъ 2 000 лѣтъ назадъ. Наблюденія не подтверждаютъ этого.


113. **Галлей**.

Адамсъ и Делонэ первые рѣшились оспаривать справедливость выводовъ Лапласа. Независимо другъ отъ друга, они провѣрили его вычисленія и внесли поправку: измѣненіемъ эксцентриситета земной орбиты можно объяснить только половину вѣкового ускоренія луны,— только 6,11 секунды. Откуда взялась вторая половина? Должна существовать другая причина, которая также вліяетъ на движеніе луны. Такой причиной признается замедленіе вращенія земли.

Гдѣ та сила, которая можетъ замедлить вращеніе земли? Этой силой является притяженіе, которое оказываетъ луна на жидкія части земной поверхности. Благодаря этому притяженію, на землѣ ежедневно приходитъ въ движеніе 120 кубическихъ миль воды. Развивается треніе; этого достаточно, чтобы вращеніе земли замедлилось.

Англійскій математикъ Адамсъ вычислилъ, что, вслѣдствіе вліянія приливной волны, земля въ теченіе столѣтія отстанетъ на 22 секунды, сравнительно съ часами, идущими совершенно правильно. Къ тому же результату пришелъ Жоржъ Дарвинъ, вычисляя вѣковое ускореніе въ движеніи луны. Итакъ, благодаря замедленію вращательныхъ движеній, столѣтіе удлинняется на 22 секунды, а день—на 0,000 000 03 секунды. Такъ какъ въ столѣтіи заключается 36 525 дней, длина сутокъ, по истеченіи столѣтія, возрастетъ на 0,001 секунды, а по истеченіи 100 000 лѣтъ—на 1 секунду.

Величина замедляющаго дѣйствія обусловлена массою приливной волны. Эта послѣдняя, въ свою очередь, зависитъ: 1) отъ массы луны; 2) отъ разстоянія луны; 3) отъ величины земного радіуса и 4) отъ глубины океана. Первые три фактора можно считать безусловно постоянными; масса приливной волны, насколько она за-

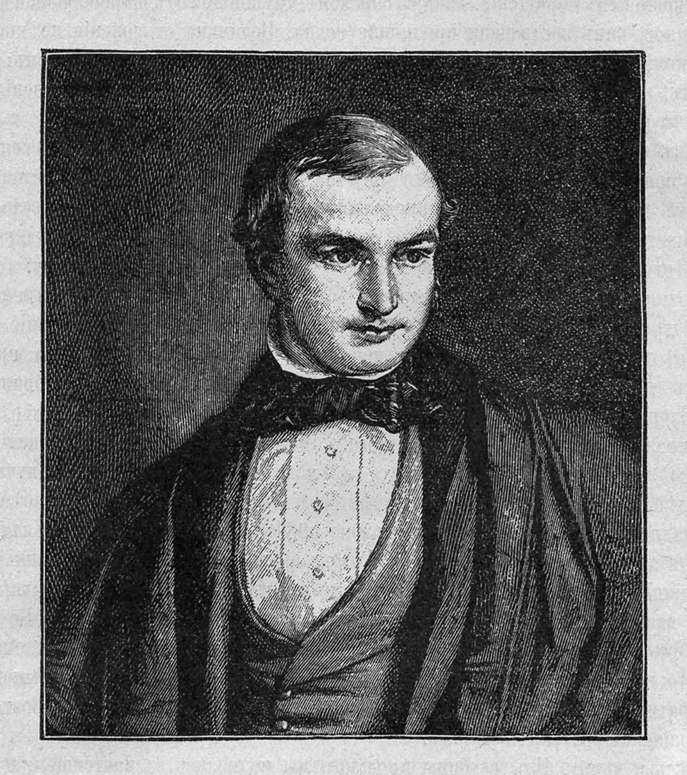
виситъ отъ этихъ факторовъ, во всѣ времена оставалась одинаковой. Этого нельзя сказать о четвертомъ факторѣ, о глубинѣ океана. Въ высшей степени вѣроятно, что въ различные геологическіе періоды эта глубина измѣнялась. Во всякомъ случаѣ, можно принять, что глубина океана никогда значительно не отклонялась отъ извѣстной средней величины: количество воды въ океанѣ такъ громадно, что, если бы вся суша погрузилась ниже его уровня, онъ всетаки сохранилъ бы порядочную глубину. При такихъ условіяхъ возможно утверждать, что данная выше величина замедленія останется вѣрной для всего прошлаго земли.

Чтобы выразить возрастъ земли въ годахъ, сопоставимъ нѣкоторыя изъ найденныхъ величинъ. Вращеніе земли первоначально совершалось въ $20^6/_{10}$ часа; къ настоящему дню оно замедлилось на $3^2/_5$ часа или на 12 000 секундъ. Чтобы продолжительность сутокъ увеличилась на 1 секунду, должно пройти 100 000 лѣтъ. Слѣдовательно, на 12 000 секундъ сутки могли удлиниться въ $100\,000 \times 12\,000$, т. е. въ 1 200 милліоновъ лѣтъ. Такова древность земли. При этомъ вычисленіи не принята во вниманіе первая эпоха, когда земля только-что покрылась твердою корою, и эта послѣдняя была еще настолько горяча, что вся вода носилась въ атмосферѣ въ видѣ пара. Пока вода не осѣла на поверхность и не образовала океановъ, притяженіе луны не вызывало приливныхъ волнъ. Но сравнительно съ длиною всей земной исторіи, этотъ промежутокъ представляется очень незначительнымъ. Въ самомъ дѣлѣ, горныя породы, составляющія земную кору, извѣстны, какъ дурные проводники теплоты. Мы видимъ, напримѣръ, въ Исландіи, что внутри потока лавы масса остается раскаленною, тогда какъ на застывшей поверхности потока, на разстояніи какихъ-нибудь двухъ метровъ, лежитъ снѣгъ. То же было на землѣ въ первую эпоху: какъ только явилась тонкая кора, атмосферная вода стала опускаться на поверхность. Кромѣ того, Вильямъ Томсонъ путемъ остроумнаго анализа доставилъ математическое доказательство, что даже въ самые ранніе періоды земной исторіи вліяніе внутренней теплоты на кору должно было быстро упасть до незамѣтной величины. Почва и атмосфера быстро охладились, и океаны произошли гораздо раньше, чѣмъ принято думать.

Я долженъ самымъ рѣшительнымъ образомъ напомнить, что все вычисленіе, изложенное на предыдущихъ страницахъ, можетъ доставить лишь самое грубое опредѣленіе древности земли. Таковъ характеръ вопроса, и я ничуть не скрываю отъ себя гипотетичности основныхъ предположеній.

Вспомнимъ о вліяніи, какое луна оказываетъ на вращеніе земли. Дѣйствіе луны сводится къ тому, что вращеніе земли постепенно замедляется. Легко придти къ выводу, что это замедленіе будетъ постепенно возростать до тѣхъ поръ, пока земля не станетъ заканчивать оборотъ около оси въ то самое время, какое нужно лунѣ, чтобы сдѣлать одинъ кругъ около земли или, вѣрнѣе, около общаго центра тяжести. Кончится тѣмъ, что и луна, и земля будутъ обращать другъ къ другу постоянно одну и ту же сторону. Что касается луны, для нея это состояніе давно наступило. Она всегда обращена къ намъ одной и той же стороной; время вращенія равно у ней времени обращенія вокругъ земли; совпаденіе настолько полное, что при самыхъ точныхъ изслѣдованіяхъ не могли открыть никакой разницы, никакой *физической либраціи*. Существуетъ только *кажущаяся* либрація луны, благодаря которой мы видимъ то у одного, то у другого края луны нѣкоторую часть противоположнаго полу-

шарія, но для нашего вопроса эти колебанія не имѣютъ значенія. Такимъ образомъ, время вращенія луны около оси равно времени ея обращенія вокругъ земли. Но средняя скорость движенія луны, въ свою очередь, измѣняется: мы видѣли, что причина этого— измѣненіе эксцентриситета земной орбиты, которое подчинено періоду въ 30 000— 40 000 лѣтъ. Слѣдовательно, продолжительность вращенія луны въ теченіе этого громаднаго періода также должна немного измѣняться: иначе луна не могла бы об-



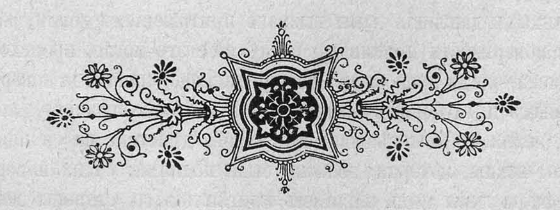
114. Адамсъ.

ращать къ намъ одной и той же стороны своей поверхности. Замѣчательное совпаденіе двухъ указанныхъ движеній луны вызвано притяженіемъ земли, которое поднимало на лунной поверхности приливную волну. Все это могло происходить въ очень отдаленныя времена, когда луна была огненно-жидкою, или когда поверхность ея была покрыта обширнымъ и глубокимъ океаномъ. Въ настоящую эпоху, когда луна является твердою, земля не можетъ оказывать такого дѣйствія на ея поверхность. Вычислимъ размѣры волны, которая должна была подниматься на поверхности совершенно жидкаго шара луны подъ вліяніемъ притяженія со стороны земли. Найдемъ, что средняя высота приливной волны должна была доходить до 130—140 футовъ.

Треніе такой громадной массы должно было сильно замедлять вращеніе луны; нѣтъ ничего удивительнаго, что это замедленіе давно достигло тамъ крайняго предѣла, тогда какъ земля еще очень далека отъ него. Существованіе вѣкового измѣненія во вращеніи луны доказываетъ также, что она не можетъ быть вполнѣ шарообразна: скорѣе она нѣсколько вытянута по направленію къ землѣ. По всей вѣроятности, луна отвердѣла уже послѣ того, какъ наступило полное равенство между временемъ вращенія и временемъ обращенія. Такимъ образомъ, отклоненіе отъ шарообразной формы— не что иное, какъ застывшая приливная волна. Величина отклоненія не противорѣчитъ такому предположенію: вздутіе равно, приблизительно, 1 000 футамъ; если же допустить, что луна стала твердѣть, начиная съ центра, размѣры отклоненія вполнѣ соотвѣтствуютъ указаніямъ теоріи.

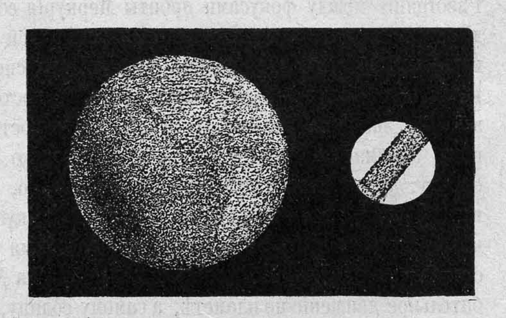
Какъ бы то ни было, твердо установлено, что земля своимъ притяженіемъ замедлила вращеніе луны до крайняго предѣла. Если луна окажется въ состояніи сдѣлать тоже съ вращеніемъ земли, продолжительность его будетъ увеличиваться, пока не сравняется съ продолжительностью луннаго оборота. Что же произойдетъ тогда? Вѣдь не одна луна поднимаетъ на земной поверхности правильную волну: то же дѣлаетъ солнце, только его вліяніе вдвое слабѣе. Поэтому солнце также стремится замедлить вращеніе земли. Если бъ при землѣ не было луны, вліяніе солнца, при извѣстныхъ обстоятельствахъ, могло бы привести къ тому, что продолжительность вращенія земли сравнялась бы съ продолжительностью обращенія ея около солнца. Но луна существуетъ, и приливное воздѣйствіе ея сильнѣе. Вліяніе солнца поддерживается луною лишь до того момента, когда время вращенія земли сдѣлается равнымъ продолжительности луннаго оборота. Послѣ этого луна будетъ противодѣйствовать вліянію солнца и уничтожитъ его, потому что оно слабѣе. Но какіе громадные промежутки времени должны пройти, пока вращеніе земли замедлится, благодаря лунѣ, до крайняго предѣла! Голова кружится, когда думаешь о нихъ. Впрочемъ, вліяніе луны, по всей вѣроятности, не будетъ такимъ продолжительнымъ. Допустимъ даже, что солнце просуществуетъ еще сотни милліардовъ лѣтъ. Во всякомъ случаѣ, оно не будетъ тогда давать потоковъ свѣта и теплоты, оно будетъ потухшимъ. Но разъ прекратится изліяніе теплоты, вся земля сдѣлается пустыней, и вся вода обратится въ ледъ. Приливное дѣйствіе луны прекратится само собою, замедленію вращенія наступитъ конецъ.

Здѣсь я кончу. Изъ глубины прошлаго мы поднялись къ настоящему и прослѣдили спокойное, но мощное и непрерывное вліяніе силы тяготѣнія. Затѣмъ мы бросили взглядъ на будущее, и должны ограничиться этимъ мимолетнымъ взглядомъ.



чительнаго, ничего необыкновеннаго. Если же взглянемъ на звѣздное небо, усѣянное милліонами солнцъ, если вспомнимъ, что, по всей вѣроятности, они также окружены планетами, ученіе объ исключительной роли земли среди безконечнаго мірового пространства покажется еще болѣе невѣроятнымъ. Мы не въ состояніи видѣть обитателей другихъ планетъ. Тѣмъ не менѣе, взвѣсивши указанные доводы, ни одинъ мыслящій человѣкъ не будетъ сомнѣваться, что и другія міровыя тѣла могутъ быть населены, подобно землѣ. Чтобы избѣжать праздныхъ умозрѣній, постараемся точнѣе опредѣлить тѣ необходимыя условія, при которыхъ на міровомъ тѣлѣ могутъ обитать живыя существа, похожія на жителей земли. Эти условія слѣдующія: существованіе атмосферы и существованіе жидкой воды; слѣдовательно, средняя температура должна лежать ниже точки кипѣнія и выше точки замерзанія. Примемъ во вниманіе этотъ выводъ и разсмотримъ особенности отдѣльныхъ планетъ.

Направляясь отъ солнца, мы встрѣчаемъ прежде всего планету **Меркурій**. Ее отдѣляетъ отъ солнца среднее разстояніе въ $7^3/_4$ милліоновъ миль; иногда это разстояніе уменьшается до $6^1/_5$ милліоновъ миль, иногда увеличивается до $9^1/_3$ милліоновъ миль. По размѣрамъ Меркурій значительно уступаетъ землѣ: его поперечникъ равенъ 644 милямъ; его поверхность — 1 300 000 квадр. миль; его объемъ — 132 000 000 куб. миль. Для сравненія приводимъ размѣры земли: поперечникъ — 1 717 миль; поверхность — 9 260 000 кв. миль; объемъ 2 650 000 000 куб. миль. Если сравнивать объемы, земля въ 20 разъ больше Меркурія. Масса-же Меркурія, по новѣйшимъ опредѣленіямъ, относится къ массѣ земли, какъ 1 : 25. Представимъ, что на одной чашкѣ вѣсовъ лежитъ земля; для равновѣсія пришлось бы положить на другую 25 такихъ шаровъ, какъ Меркурій.



126. Сравнительная величина земли и Меркурія.

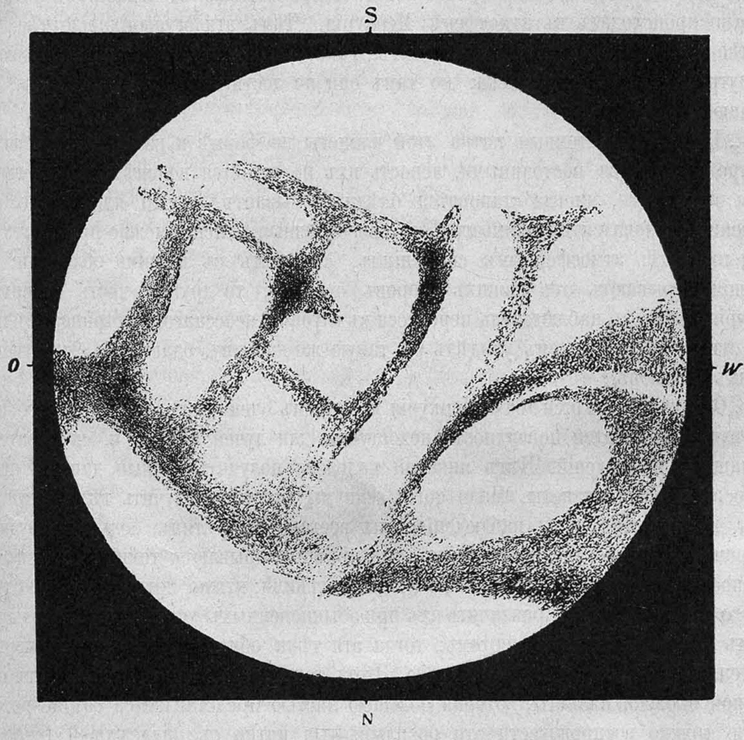
Меркурій слишкомъ близокъ къ солнцу; наблюдать его необыкновенно трудно, и если въ настоящее время мы располагаемъ нѣкоторыми точными данными относительно его физическихъ свойствъ, этимъ мы обязаны исключительно наблюденіямъ миланскаго астронома Скіапарелли. Онъ изложилъ свои выводы на годичномъ засѣданіи Academia dei Lincei въ Римѣ 8 декабря 1889 года. Привожу его собственныя слова:

„Сперва я буду говорить о вращеніи Меркурія. Онъ движется вокругъ солнца совершенно такъ же, какъ луна вокругъ земли. Совершая полетъ вокругъ земли, луна все время обращаетъ къ ней почти одну и ту же сторону, показываетъ одни и тѣ же пятна. То же наблюдается у Меркурія: при своемъ полетѣ вокругъ солнца онъ постоянно обращаетъ къ этому источнику свѣта почти одну и ту же сторону. Я говорю „почти одну и ту же“, потому что Меркурій, подобно лунѣ, представляетъ явленіе либраціи. Попробуйте наблюдать луну во время полнолунія, хотя бы со слабой зрительной трубой: вы увидите, что на серединѣ диска всегда темнѣютъ одни и

тѣ же пятна. Но если изслѣдуете ихъ точнѣе и измѣрите ихъ разстояніе отъ восточнаго и западнаго краевъ луны, вы найдете, что они колеблются на извѣстную величину — то вправо, то влѣво. Это явленіе открыто Галилеемъ 250 лѣтъ назадъ; его называютъ либраціей по долготѣ. Отъ чего зависитъ оно? Главнымъ образомъ, отъ того, что одинъ изъ діаметровъ луны почти съ полной точностью направленъ все время къ одной точкѣ. Но эта точка—не центръ земли и также не центръ лунной орбиты, а, скорѣе, тотъ изъ фокусовъ лунной орбиты, въ которомъ не находится земля. Если бъ наблюдатель помѣщался какъ разъ въ этомъ фокусѣ, онъ неизмѣнно видѣлъ бы одну и ту же сторону луны. Въ дѣйствительности мы отдѣлены отъ даннаго фокуса разстояніемъ въ 42 000 километровъ. Поэтому луна обращаетъ къ намъ то восточныя, то западныя области; получается такое впечатлѣніе, какъ если бы она немного колебалась. Такую же картину представлялъ бы Меркурій для наблюдателя, помѣщеннаго на солнцѣ. Одинъ изъ діаметровъ планеты постоянно направленъ не къ тому фокусу ея эллиптической орбиты, въ которомъ помѣщено солнце, а къ другому. Разстояніе между фокусами орбиты Меркурія составляетъ не менѣе пятой части всего діаметра орбиты; слѣдовательно, либрація этой планеты очень велика. Та точка Меркурія, на которую лучи солнца падаютъ отвѣсно, мѣняетъ мѣсто на поверхности планеты; она движется вдоль экватора то къ востоку, то къ западу и описываетъ дугу въ 47°, значитъ, больше $^1/_8$ цѣлой окружности. Все движеніе въ ту и другую сторону занимаетъ столько же времени, сколько нужно Меркурію, чтобы пройти всю орбиту: 88 земныхъ сутокъ. Слѣдовательно, одна сторона Меркурія постоянно направлена къ солнцу, какъ магнитъ къ куску желѣза; но при этомъ допускаются колебанія то къ востоку, то къ западу, подобныя тѣмъ, какія наблюдаемъ у луны. Представимъ теперь, что наблюдатель находится на Меркуріѣ; онъ приписалъ бы это колебательное движеніе не планетѣ, а самому солнцу, совершенно также, какъ мы приписываемъ солнцу суточное движеніе, хотя въ дѣйствительности оно принадлежитъ землѣ. Намъ кажется, что солнце движется отъ востока къ западу, описываетъ правильную дугу и такимъ образомъ производитъ въ теченіе 24 часовъ смѣну дня и ночи. Наблюдателю, помѣщенному на поверхности Меркурія, будетъ казаться, что солнце движется то къ востоку, то къ западу, что оно описываетъ на небесномъ сводѣ дугу въ 47°, и что положеніе этой дуги надъ горизонтомъ всегда остается неизмѣннымъ. Чтобы пройти эту дугу взадъ и впередъ, солнцу нужно ровно 88 земныхъ сутокъ. Есть мѣстности на поверхности Меркурія, гдѣ дуга сполна лежитъ надъ горизонтомъ; есть другія, гдѣ она скрыта подъ горизонтомъ; есть третьи, гдѣ часть дуги приходится надъ горизонтомъ и часть—подъ горизонтомъ. Сообразно съ этимъ, создаются различныя условія и различное распредѣленіе свѣта и теплоты. Мѣстности, гдѣ дуга солнечнаго пути совершенно скрыта подъ горизонтомъ, составляютъ $^3/_8$ всей поверхности Меркурія. Тамъ никогда не показывается солнце; тамъ царитъ вѣчная ночь, вѣчный мракъ. Лишь случайно прерывается онъ, благодаря рефракціи, или сумеркамъ, или сѣверному сіянію и тому подобнымъ явленіямъ. Среди мрака бросаютъ слабый свѣтъ планеты и звѣзды. Другая часть Меркурія, гдѣ дуга вѣчно остается надъ горизонтомъ, занимаетъ также $^3/_8$ всей его поверхности. Эти области вѣчно облиты лучами солнца; ночь тамъ абсолютно невозможна. Наконецъ, $^1/_4$ поверхности Меркурія занимаютъ такія мѣстности, гдѣ часть дуги лежитъ надъ горизонтомъ, часть—подъ горизонтомъ. Тамъ невозможна смѣна дня и ночи. Тамъ періодъ въ 88 дней распадается

на двѣ части: одна характеризуется постояннымъ свѣтомъ, другая — непрерывной тьмой. Въ однихъ мѣстахъ день равенъ ночи, въ другихъ длиннѣе день, въ третьихъ— ночь. Все зависитъ отъ того, какая часть дуги лежитъ надъ горизонтомъ.

„Разъ планета представляетъ такія особенности, можетъ ли существовать на ней органическая жизнь? Для этого нужна атмосфера, которая въ состояніи распредѣлить запасы теплоты между различными областями и такимъ образомъ смягчить крайнія проявленія зноя и холода. Существованіе атмосферы на Меркуріѣ предполагалось



127. **Пятна Меркурія**.
По Скіапарелли.

еще Шретеромъ, сто лѣтъ назадъ. Мои наблюденія доставляютъ признаки, болѣе опредѣленные; существованіе атмосферы доказано ими съ большей степенью вѣроятности. Вотъ первый признакъ: постоянно приходится наблюдать, что темныя пятна поверхности Меркурія выступаютъ всего яснѣе, когда находятся близъ средины диска; какъ только они приблизятся къ краю, они становятся менѣе замѣтными и, наконецъ, исчезаютъ. Существуетъ причина, мѣшающая видѣть ихъ съ полной ясностью; ея дѣйствіе — замѣтнѣе, когда пятно приходится близъ краевъ планеты. Повидимому, возможно лишь одно объясненіе. Лучи, идущіе къ землѣ отъ краевъ диска, проходятъ болѣе длинный путь въ атмосферѣ Меркурія, чѣмъ тѣ лучи, которые идутъ отъ сре-

дины: первые пересѣкаютъ атмосферу Меркурія наискось, вторые—отвѣсно. Слѣдовательно, есть основанія полагать, что атмосфера Меркурія менѣе прозрачна, чѣмъ атмосфера Марса; въ этомъ отношеніи она скорѣе походитъ на земную. Кромѣ того, край планеты, гдѣ пятна становятся менѣе ясными, всегда кажется свѣтлѣе другихъ частей диска. Его блескъ часто бываетъ неровнымъ: однѣ точки—ярче, другія—тусклѣе. Иногда на этомъ краю можно различить довольно свѣтлыя, бѣлыя области, которыя сохраняются въ теченіе многихъ дней; вообще же онѣ измѣняются и показываются то въ томъ, то въ другомъ мѣстѣ. Я приписываю это явленіе сгущеніямъ, которыя происходятъ въ атмосферѣ Меркурія. Чѣмъ эти сгущенія плотнѣе, тѣмъ сильнѣе отражаютъ они солнечный свѣтъ. Такія бѣлыя пятна часто показываются и на внутреннихъ частяхъ диска; но тамъ они не достигаютъ такой яркости, какъ на краю.

„Далѣе. Хотя темныя пятна этой планеты по формѣ и взаимному расположенію представляются постоянными, ясность ихъ не остается неизмѣнной. Иногда они видны отчетливѣе, иногда становятся блѣднѣе; бываетъ, что то или другое пятно мгновенно становится невидимымъ. Эти своеобразныя явленія можно приписать лишь одной причинѣ: атмосфернымъ сгущеніямъ, сходнымъ съ нашими облаками; такія сгущенія скрываютъ отъ нашихъ взоровъ то одну, то другую часть поверхности Меркурія. Если бъ наблюдатель перенесся въ глубину небеснаго пространства и взглянулъ оттуда на землю, онъ увидѣлъ бы такую же картину, благодаря существованію земныхъ облаковъ.

„О самой поверхности Меркурія мы знаемъ очень мало. Прежде всего нужно отмѣтить, что $^3/_8$ этой поверхности недоступны для лучей солнца и, слѣдовательно, для нашихъ наблюденій. Нѣтъ никакой надежды получить точныя данныя относительно этой части планеты. Мало того: если мы захотимъ изучить тѣ области Меркурія, которыя доступны наблюденію, мы всетаки встрѣтимъ большія трудности. Выберемъ время, когда атмосферныя сгущенія не закрываютъ темныхъ пятенъ; всетаки послѣднія представляются лишь слабыми тѣнями; нужно потратить много усилій и много вниманія, чтобы различить ихъ при обыкновенныхъ условіяхъ. Воспользуемся самымъ благопріятнымъ моментомъ: тогда эти тѣни обнаруживаютъ темно-коричневый теплый тонъ, напоминающій сепію. Этотъ тонъ очень мало отличается отъ обыкновенной окраски планеты, которая большею частью представляется свѣтло-розовой. Крайне трудно воспроизвести эти расплывчатыя пятна съ надлежащей точностью: очертанія ихъ такъ неотчетливы, что становится возможнымъ произволъ. Между тѣмъ у меня есть основаніе думать, что эта неопредѣленность очертаній въ большинствѣ случаевъ только кажущаяся и зависитъ отъ слабости телескопа. Чѣмъ благопріятнѣе были условія наблюденія и чѣмъ лучше получались изображенія, тѣмъ больше мелкихъ подробностей выступало на пятнахъ. Нѣтъ никакого сомнѣнія, что, если примѣнить сильный телескопъ, пятна получатъ болѣе рѣзкія очертанія. Такъ, пятна луны, которыя простому глазу представляются расплывчатыми и неопредѣленными, отчетливо обнаруживаютъ массу подробностей, если разсматривать ихъ въ бинокль. Разъ точное изслѣдованіе пятенъ Меркурія представляетъ такія трудности, не легко составить сколько-нибудь обоснованное мнѣніе относительно ихъ природы. Можно было приписать ихъ просто неровностямъ поверхности; мы знаемъ, что такъ объясняются пятна луны. Но если бы кто-нибудь вздумалъ видѣть въ этихъ темныхъ

пятнахъ нѣчто подобное нашимъ морямъ и, въ подтвержденіе своего мнѣнія, указалъ-бы на атмосферу Меркурія, на сгущенія въ атмосферѣ, я не думаю, чтобы можно было привести сильныя возраженія. Пятна Меркурія не образуютъ большихъ массъ: они расположены полосами малаго протяженія; они сильно вѣтвятся и постоянно чередуются съ довольно свѣтлыми пространствами. Нужно заключить, что на Меркуріѣ нѣтъ ни большихъ океановъ, ни большихъ материковъ; участки суши постоянно смѣняются участками моря.

„Меркурій, это — міръ, который отличается отъ нашего. Солнце освѣщаетъ и согрѣваетъ его сильнѣе, чѣмъ землю; распредѣленіе свѣта и тепла совсѣмъ иное. Если на этомъ міровомъ тѣлѣ существуетъ жизнь, мы встрѣтимъ тамъ отношенія, которыя настолько отличаются отъ нашихъ, что мы едва рѣшаемся вообразить ихъ. Надъ одной стороной Меркурія вѣчно виситъ солнце, обливающее ее почти отвѣсными лучами; на другой—царитъ вѣчный мракъ; то и другое кажется намъ одинаково невыносимымъ“...

Меркурій такъ близокъ къ солнцу, что получаетъ отъ него въ *семь разъ больше свѣта и тепла*, чѣмъ земля. Чтобы наши глаза могли переносить такой ослѣпительный свѣтъ, необходима была бы атмосфера, превосходящая земную по высотѣ и плотности больше, чѣмъ въ пять разъ. Въ то же время на сторонѣ, освѣщенной солнцемъ, температура поднялась бы такъ высоко, что органическая жизнь не могла бы развиваться. Между тѣмъ на противоположной сторонѣ планеты господствуетъ ужасный холодъ, который, быть можетъ, лишь незначительно смягчается теплыми атмосферными теченіями.

Предположимъ, что жизнь воображаемыхъ обитателей Меркурія продолжается въ теченіе 50—60 обращеній планеты около солнца, какъ наблюдаемъ это на землѣ. Въ такомъ случаѣ средняя продолжительность жизни на Меркуріѣ не превышаетъ $12^1/_2$ — 15, въ крайнемъ случаѣ, 25 земныхъ лѣтъ. Необходимо отмѣтить, что это предположеніе — совершенно произвольное: у насъ нѣтъ никакихъ доводовъ въ его пользу. Такъ какъ масса планеты невелика, сила тяжести на ея поверхности меньше, чѣмъ на землѣ: если тяжесть на землѣ обозначимъ чрезъ 1, на Меркуріѣ она—$^2/_7$.

Для ночной стороны Меркурія самыми блестящими свѣтилами являются планеты: Венера и земля. При наиболѣе благопріятныхъ условіяхъ Венера освѣщаетъ поверхность Меркурія въ 600 разъ слабѣе, чѣмъ луна освѣщаетъ землю во время полнолунія.

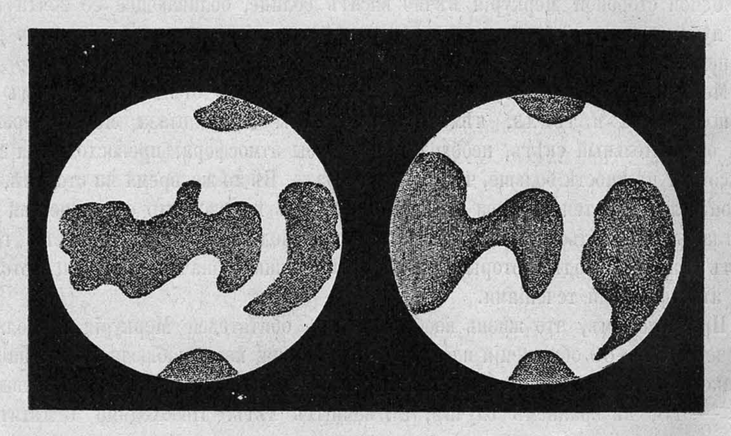
Вообще, наши данныя относительно особенностей Меркурія не слишкомъ обширны. Но какими богатыми покажутся они, если вспомнить, какъ мало открывала намъ сама природа! Въ глубинѣ пространства искрится точка, которая слѣдуетъ за солнцемъ вечеромъ или предшествуетъ ему въ сіяніи утренней зари. Различные народы древности поклонялись ей, какъ божеству. Но разумъ человѣка призналъ въ ней міровое тѣло, подобное нашему жилищу, землѣ; онъ открылъ на ней атмосферу, онъ опредѣлилъ размѣры свѣтила и взвѣсилъ его какъ бы на вѣсахъ.

Планета **Венера** во многихъ отношеніяхъ обнаруживаетъ большое сходство съ землей. Величина и масса обѣихъ планетъ почти одинаковы; то же можно сказать о плотности. Высота паденія и длина маятника на поверхностяхъ обоихъ міровыхъ тѣлъ представляютъ лишь незначительную разницу. Солнце изливаетъ на Венеру

вдвое больше свѣта, чѣмъ на землю. Сама земля представлялась бы большимъ и блестящимъ свѣтиломъ, если-бъ взглянуть на нее съ ночной стороны Венеры. Она освѣщаетъ тогда поверхность Венеры въ 800 разъ слабѣе, чѣмъ ея собственная ночная сторона освѣщается лучами полнолунія. Продолжительность года на Венерѣ—224,7 земныхъ дня.

Когда планета наиболѣе приближается къ землѣ, мы видимъ только темное, неосвѣщенное полушаріе. Вотъ почему у насъ такъ мало свѣдѣній о физическихъ свойствахъ Венеры. Ея близость къ солнцу также сильно мѣшаетъ наблюденіямъ.

Тѣмъ не менѣе наблюдатели Боткампской обсерваторіи, пользуясь сильнымъ телескопомъ, получили очень интересные результаты. Они изложены въ слѣдующемъ отрывкѣ:



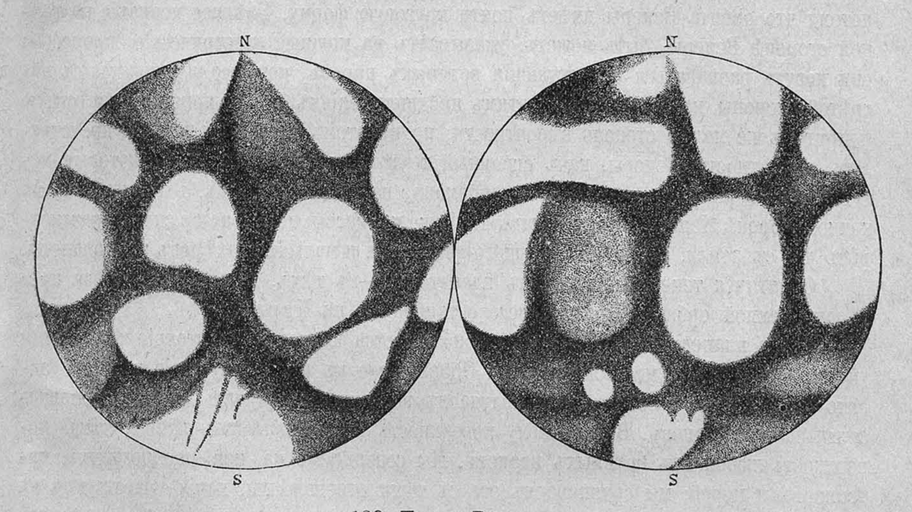
128. **Пятна Венеры**.
По Біанкини.

„На той части Венеры, которая освѣщена солнцемъ, при благопріятныхъ условіяхъ, можно видѣть различные оттѣнки освѣщенія, также свѣтлыя и темныя пятна. Форма и положеніе этихъ пятенъ измѣняются крайне медленно. Большею частью они неясно ограничены и такъ слабо отдѣляются отъ окружающихъ частей диска, что даже при полной ясности атмосферы открываются предъ взорами наблюдателя лишь временно. Схватить ихъ очертанія очень трудно. Этимъ отчасти объясняется, почему внѣшній видъ планеты такъ мало измѣняется въ теченіе нѣсколькихъ часовъ и даже сутокъ. При такихъ условіяхъ можно подмѣтить только болѣе крупныя измѣненія.

„Туманныя расплывчатыя очертанія пятенъ и рѣзкая убыль свѣта въ направленіи къ световой границѣ, особенно замѣтная, когда Венера имѣетъ видъ серпа,—все это приводитъ къ слѣдующему, очень правдоподобному выводу: планета окружена атмосферою, въ которой плаваетъ очень плотный и толстый слой продуктовъ сгущенія; просвѣты въ этомъ слоѣ никогда не заходятъ такъ далеко, чтобы обусловить рѣзко ограниченныя пятна на дискѣ Венеры или открыть предъ нашими взорами самую поверхность планеты. Что атмосфера очень плотна,—за это

говорятъ также спектрально-аналитическія наблюденія. Спектры Марса, Юпитера, Сатурна, особенно же спектры Урана и Нептуна, обнаруживаютъ нѣкоторыя своеобразныя полосы; нужно приписать ихъ тому поглощенію, которому подвергается солнечный лучъ, проходя чрезъ атмосферу этихъ планетъ. Напротивъ, спектръ Венеры почти вполнѣ совпадаетъ со спектромъ солнца. Вѣроятно, солнечные лучи проникаютъ въ атмосферу лишь на небольшую глубину, большею же частью отражаются отъ поверхности облачнаго слоя.

„При такихъ условіяхъ представляется невозможнымъ—изъ наблюденій надъ пятнами Венеры вывести заключеніе относительно времени вращенія этой планеты и относительно положенія оси вращенія“.



129. **Пятна Венеры.**
По наблюденіямъ Нистена въ Брюсселѣ въ теченіе 1881—1890 гг.

Эту невозможность признавали многіе другіе наблюдатели. За весь періодъ, въ теченіе котораго пользовались телескопомъ, въ высшей степени рѣдко удавалось различить на поверхности Венеры сколько-нибудь опредѣленныя темныя или свѣтлыя мѣста. Выводы, полученные прежними наблюдателями относительно времени вращенія Венеры, поразительно отличаются одинъ отъ другого. Біанкини полагалъ, что продолжительность вращенія равна 25 днямъ, Шретеръ и за нимъ Вико дали совсѣмъ другую величину: 23 часа 21 мин. Существуютъ, наконецъ, изслѣдованія Скіапарелли. Они разсѣяли этотъ мракъ: изъ нихъ слѣдуетъ почти несомнѣнный выводъ, что, подобно Меркурію, Венера заканчиваетъ поворотъ около оси какъ разъ въ тотъ промежутокъ, который нуженъ ей для полнаго обращенія вокругъ солнца. Слѣдовательно, на одномъ полушаріи Венеры господствуетъ вѣчный свѣтъ и вѣчный зной, тогда-какъ другое является царствомъ вѣчнаго мрака и холода. Обѣ планеты, наиболѣе близкія къ солнцу, въ этомъ отношеніи рѣзко отличаются отъ земли.

На Венерѣ наблюдалось иногда замѣчательное явленіе: блѣдное мерцаніе на темномъ, неосвѣщенномъ полушаріи. За послѣднія 150 лѣтъ это явленіе видѣли, по крайней мѣрѣ, 22 раза,—даже днемъ, даже въ полдень и притомъ въ телескопы средней силы.

Сопоставивъ всѣ данныя, едва-ли придемъ къ выводу, что на Венерѣ могутъ обитать существа, подобныя людямъ. Количество свѣта и теплоты, изливаемыхъ на нее солнцемъ, вдвое больше, чѣмъ на землѣ. Благодаря особенностямъ вращенія, создается противоположность между двумя полушаріями планеты: на одномъ—свѣтъ и зной, на другомъ—тьма и холодъ. Правда, существуетъ пограничная полоса, гдѣ, вслѣдствіе либраціи, солнце то показывается, то скрывается; но и она крайне узка, потому что орбита Венеры имѣетъ почти круговую форму. Блѣдное мерцаніе на темной сторонѣ Венеры, быть можетъ, указываетъ на мощные электрическіе процессы: они могутъ развиваться при сгущеніи водяныхъ паровъ, которые переносятся съ нагрѣтой стороны на холодную. За этимъ предположеніемъ нужно признать извѣстную и притомъ не малую степень вѣроятности; но въ этомъ случаѣ мы должны представлять поверхность Венеры, какъ огромный театръ ужаснѣйшихъ грозъ, которыя могутъ мѣшать развитію высшихъ организмовъ, подобныхъ людямъ. Быть можетъ, на ночной сторонѣ Меркурія происходятъ такіе же процессы; но мы не въ силахъ разсмотрѣть ихъ съ земли, вслѣдствіе большого разстоянія и малыхъ размѣровъ этой планеты.

Обратимся теперь къ верхнимъ планетамъ,—къ тѣмъ, которыя лежатъ за предѣлами земной орбиты. Прежде всего остановимся на Марсѣ.

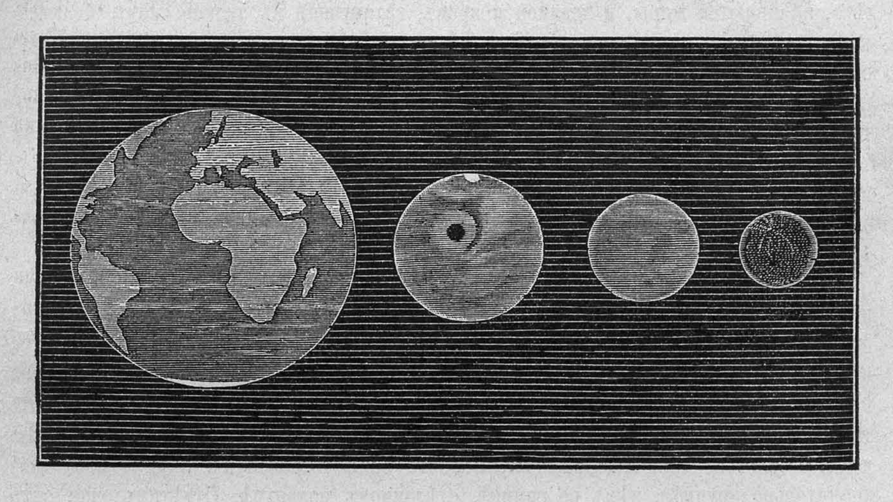
Когда планета Марсъ наиболѣе приближается къ землѣ, разстояніе между ними уменьшается до $7^3/_5$ милліоновъ миль. Обращенное къ намъ полушаріе планеты залито тогда полнымъ свѣтомъ; мы получаемъ возможность изучать его съ помощью сильныхъ телескоповъ. Вотъ почему поверхность Марса извѣстна лучше, чѣмъ поверхность любой изъ крупныхъ планетъ. Мы созерцаемъ на ней распредѣленіе материковъ и морей; мы сравниваемъ его съ тѣми отношеніями, какія существуютъ на землѣ. Мы убѣждаемся, что кислородъ и водородъ давно вступили тамъ въ соединеніе, образовавши воду; что полярныя страны покрыты громадными скопленіями льдовъ, бѣлая окраска которыхъ остается совершенно ясною, несмотря на милліоны миль, отдѣляющіе насъ отъ планеты.

Среднее разстояніе между Марсомъ и солнцемъ равно 30 500 000 миль; иногда планета приближается къ солнцу на $27^3/_5$ милліоновъ миль, иногда удаляется до разстоянія въ $33^1/_3$ милліона миль. Слѣдовательно, орбита Марса значительно отличается отъ круга; эксцентрицитетъ ея—0,09225. Дневной свѣтъ на этой планетѣ значительно слабѣе, чѣмъ на землѣ. Ея поверхность получаетъ отъ солнца въ перигеліѣ 0,52, въ афеліѣ—только 0,36 того количества лучей, какое досталось бы подобной площади на земной поверхности. Если для какой-нибудь точки на поверхности Марса солнце стоитъ въ зенитѣ, оно освѣщаетъ сосѣднія области съ тою степенью яркости, какая получается на землѣ уже при высотѣ 20—25° надъ горизонтомъ. Поэтому человѣкъ, внезапно перенесшійся съ земли на поверхность Марса, немедленно замѣтилъ бы разницу въ силѣ освѣщенія. Особенно бросилась бы она въ глаза въ часы восхода и заката солнца, потому что въ это время дня свѣтъ сильно ослабляется очень плотною атмосферою Марса и кажется крайне слабымъ.

Свой полетъ вокругъ солнца Марсъ заканчиваетъ въ 686 земныхъ дней 22 часа 18 минутъ. Такова продолжительность года на этой планетѣ.

Діаметръ Марса равенъ почти 900 милямъ; стало быть, онъ, приблизительно, вдвое меньше діаметра земли и въ 1 1/2 раза больше діаметра Меркурія. Поверхность Марса составляетъ только 3/10 земной поверхности; объемъ равенъ 1/7, а средняя плотность—7/10, сравнительно съ объемомъ и плотностью земли.

Планета вращается вокругъ оси въ направленіи отъ запада къ востоку; оборотъ заканчивается въ 24 часа 37 минутъ 22,6027 секунды. Экваторъ Марса наклоненъ къ плоскости орбиты на 27°16′. Поэтому разница между временами года выражена на Марсѣ сильнѣе, чѣмъ на землѣ. Годъ на Марсѣ тянется 668 дней, причемъ здѣсь имѣются въ виду дни Марса, а не земли. Этотъ промежутокъ распредѣленъ между временами года слѣдующимъ образомъ:



130. **Сравнительная величина земли, Марса, Меркурія и луны.**

Весна на сѣверномъ полушаріи Марса продолжается 191 день, на южномъ—149 дней;

Лѣто на сѣверномъ полушаріи продолжается 181 день, на южномъ—147 дней;

Осень на сѣверномъ полушаріи продолжается 149 дней, на южномъ—191 день;

Зима на сѣверномъ полушаріи продолжается 147 дней, на южномъ—181 день.

Весна и лѣто вмѣстѣ занимаютъ на сѣверномъ полушаріи Марса 372 дня, на южномъ только 296 дней. Слѣдовательно, осень и зима южнаго полушарія на 76 дней длиннѣе, чѣмъ тѣ же времена года на сѣверномъ полушаріи. Вообще, на южномъ полушаріи Марса мы встрѣтили бы слѣдующія условія: лѣтнее полугодіе короче зимняго; разстояніе отъ солнца въ это время—наименьшее, и лѣтній зной бываетъ очень сильнымъ; зато зима совпадаетъ съ наибольшимъ удаленіемъ отъ солнца и

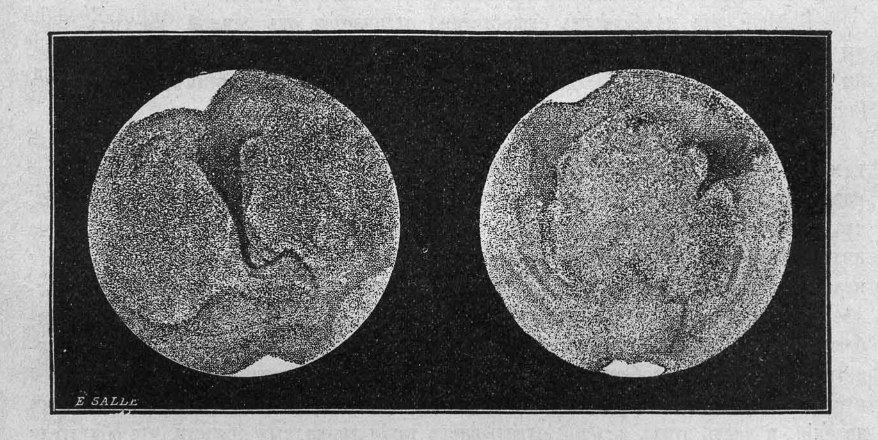
должна быть очень холодной. На сѣверномъ полушаріи господствуютъ совсѣмъ другія отношенія: продолжительное лѣто съ умѣреннымъ тепломъ и короткая зима съ умѣренными холодами. Можно подумать, что при такихъ обстоятельствахъ крайности будутъ уравновѣшиваться, и оба полушарія будутъ обладать одинаковой годичной температурой. Въ дѣйствительности этого не происходитъ. Южное полушаріе Марса гораздо холоднѣе.

На это ясно указываютъ наблюденія надъ скопленіями льдовъ на полюсахъ планеты. Въ 1837 году, въ такое время, когда на южномъ полушаріи Марса была зима, Медлеръ и Беeръ нашли, что льды южнаго полюса сплошною бѣлою массою тянулись до 55° южной широты. Если бъ полярные льды получили такое же распространеніе на землѣ, они спускались бы отъ сѣвернаго полюса вплоть до береговъ Балтійскаго и Нѣмецкаго морей. Но вотъ на южномъ полушаріи Марса наступаетъ лѣто, начинаются жары, и ледяной покровъ, затянувшій въ теченіе зимы большую часть полушарія, таетъ очень быстро. Тѣ же астрономы нашли, что лѣтомъ граница южныхъ льдовъ отодвигается до 87° южной широты. Отсюда видно, что таяніе льдовъ происходитъ съ замѣчательной быстротой, благодаря чему поглощается значительное количество теплоты; поэтому климатъ южнаго полушарія Марса долженъ быть умѣреннымъ и влажнымъ. На сѣверномъ полушаріи Марса льды никогда не заходятъ такъ далеко, какъ на южномъ. Зато въ теченіе лѣта они таютъ менѣе быстро. Поэтому поперечникъ области льдовъ не бываетъ меньше 12—14° или 100 нѣмецкихъ миль.

Въ 1890 году на обсерваторіи Гарварда въ Калифорніи были сдѣланы попытки фотографировать поверхность Марса. 9-го и 10-го апрѣля снимки удались превосходно. На обѣихъ фотографіяхъ видимъ однѣ и тѣ же области Марса, такъ какъ въ тѣ моменты, когда были получены снимки, планета была обращена къ землѣ почти одной и той-же стороной. На этихъ изображеніяхъ легко различить темныя пятна, соотвѣтствующія извѣстнымъ морямъ Марса, и бѣлое пятно около южнаго полюса планеты. Замѣчательно, что на фотографіи 10 апрѣля послѣднее значительно крупнѣе, чѣмъ на снимкѣ, сдѣланномъ наканунѣ. Отмѣтимъ еще одно обстоятельство: утромъ 9 апрѣля бѣлое пятно выдѣлялось менѣе рѣзко; можно было подумать, что его покрыло облако или скопленіе мелкихъ полупрозрачныхъ тѣлъ, которыхъ нельзя было различить въ отдѣльности. Напротивъ, 10 апрѣля эта область казалась ярко-блестящей, и полярное пятно простиралось до 30° южной широты. Если бъ на сѣверномъ полушаріи земли образовался снѣжный покровъ такихъ размѣровъ, онъ занялъ бы всю Европу, Сѣверную Африку, Персію, Китай и Сѣверную Америку вплоть до Мексиканскаго залива. Давно было извѣстно, что на Марсѣ являются иногда обширные ледяные покровы, но быстрое разростаніе пятна въ теченіе какихъ-нибудь 24 часовъ представляется въ высшей степени поразительнымъ. Между тѣмъ оно бросается въ глаза при сличеніи фотографій. Въ данной области Марса было тогда время года, которому на сѣверномъ полушаріи земли соотвѣтствуетъ средина февраля. Какъ объяснить такое измѣненіе размѣровъ пятна? Проще всего предположить выпаденіе снѣга: по всей вѣроятности, когда дѣлали снимокъ 10 апрѣля, на южномъ полушаріи Марса на громадномъ пространствѣ падалъ обильный снѣгъ. Область, покрытая имъ, страшно велика: она занимала около 9 милліоновъ квадратныхъ километровъ. Нужно вспомнить при этомъ, что по

своимъ размѣрамъ Марсъ значительно уступаетъ землѣ. Отношенія, какія теперь наблюдаются на Марсѣ, могли господствовать на землѣ во время ледниковаго періода.

Уже въ 1858 году Секки сдѣлалъ любопытное наблюденіе: когда для одного изъ полюсовъ наступало лѣто, области, которыя раньше казались бѣлыми, пріобрѣтали розовую окраску; въ то же время нѣкоторыя голубоватыя полосы незамѣтно измѣняли свою форму. Самымъ естественнымъ объясненіемъ будетъ слѣдующее: при наступленіи лѣта таютъ массы льда и открывается собственная поверхность Марса, обладающая красноватымъ цвѣтомъ. Весеннее таяніе льдовъ не можетъ не отразиться на атмосферѣ: она переполняется парами, и прозрачность ея становится значительно меньше, чѣмъ лѣтомъ. Дѣйствительно, уже Медлеръ и Бееръ замѣтили, что участки суши на Марсѣ видны всего яснѣе именно въ теченіе лѣта.



131. **Полярные снѣга на Марсѣ.**

Новѣйшіе астрономы, благодаря громаднымъ и сильнымъ инструментамъ, наблюдали облака на Марсѣ непосредственно. Иногда эти облака имѣютъ видъ маленькихъ свѣтлыхъ пятенъ, которыя блестятъ немного слабѣе, чѣмъ полосы снѣга. Въ другое время, подобно мрачнымъ тучамъ земной зимы, они простираются на Марсѣ надъ обширными пространствами и скрываютъ отъ нашихъ взоровъ его моря и материки.

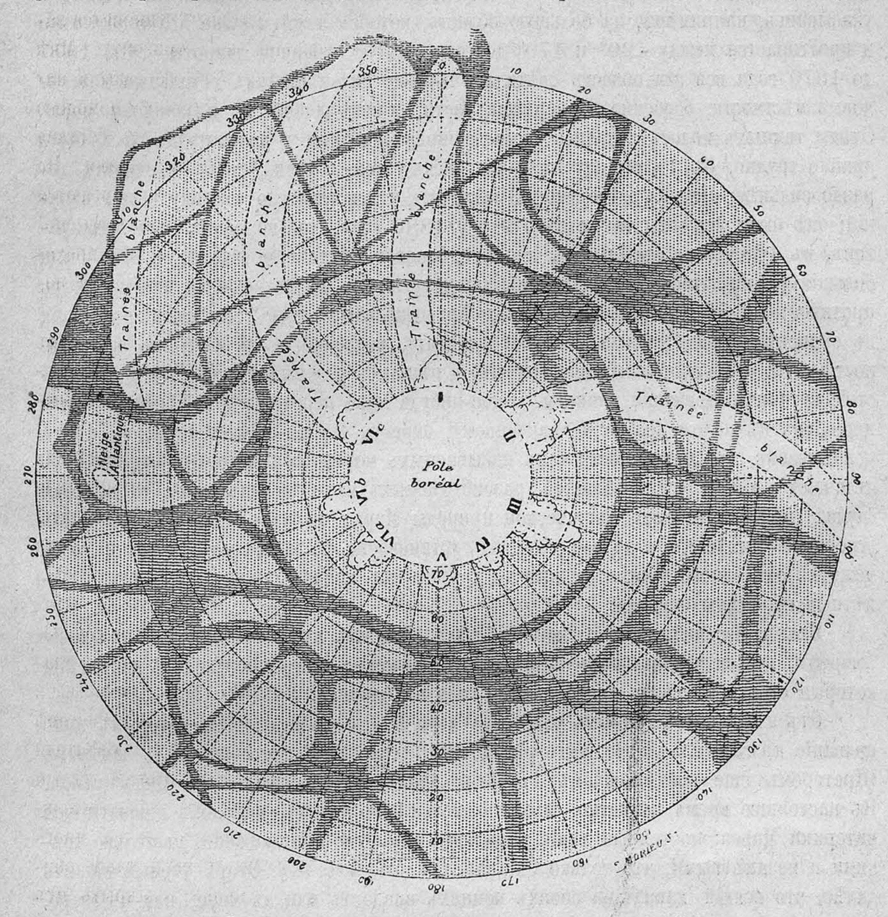
Простому глазу планета кажется интенсивно-красною. Когда разсматриваютъ ее въ телескопъ, участки суши принимаютъ красновато-желтую окраску. Когда пятно, вслѣдствіе вращенія планеты, приближается къ ея краю, оно становится все блѣднѣе, все туманнѣе, и, наконецъ, исчезаетъ еще прежде, чѣмъ достигнетъ края. Ужъ одного этого обстоятельства довольно, чтобы доказать существованіе плотной атмосферы, окружающей планету. Спектроскопическія изслѣдованія не оставляютъ мѣста никакимъ сомнѣніямъ.

Когда Гёггинсъ изслѣдовалъ спектръ Марса при благопріятныхъ атмосферныхъ условіяхъ, онъ открылъ сорокъ черныхъ линій, расположенныхъ по обѣ стороны линіи D. Повидимому, онѣ совпадали съ тѣми полосами, которыя становятся замѣтны въ солнечномъ спектрѣ, когда солнце приближается къ горизонту. Мнѣ кажется, отсюда можно вывести, что атмосфера Марса содержитъ тѣ же газы и пары, какъ наша земная. Затѣмъ Фогель, изслѣдовавши атмосферу Марса съ помощью спектроскопа, нашелъ, что составъ ея лишь незначительно отличается отъ состава земной атмосферы, и что она должна быть крайне богата водяными парами. Но красный цвѣтъ планеты нельзя объяснять поглощеніемъ, которому подвергаются лучи въ атмосферѣ Марса: достаточно указать, что свѣтъ, посылаемый къ намъ полярными областями планеты, представляется совершенно бѣлымъ, хотя онъ проходитъ наиболѣе длинный путь среди ея атмосферы. Остается предположить, что поверхность планеты, дѣйствительно, обладаетъ краснымъ цвѣтомъ.

Вообще, эта поверхность существенно отличается отъ земной. До сихъ поръ мы излагали такіе факты, которые дозволяютъ допустить, что на Марсѣ возможны обитатели, подобные людямъ. Обратимся теперь къ результатамъ, полученнымъ Скіапарелли.

Прошло больше 150 лѣтъ съ тѣхъ поръ, какъ на Марсѣ впервые замѣтили темныя пятна. Ихъ положеніе и общія очертанія не измѣнялись, и потому стали разсматривать ихъ, какъ твердыя части поверхности планеты. Между тѣмъ сказать, что пятна кажутся всегда совершенно одинаковыми, было бы ошибкой: иногда на нихъ отчетливо выступаютъ подробности, которыя въ другое время представляются неясными; иногда передвигаются границы, и, наконецъ, пятна становятся то свѣтлѣе, то темнѣе, смотря по состоянію атмосферы Марса, чрезъ которую мы ихъ наблюдаемъ. „Благодаря такимъ измѣненіямъ", говоритъ Скіапарелли, „изученіе планеты пріобрѣтаетъ особенный интересъ. Ее нельзя представлять сухой, окаменѣлой пустыней. Она живетъ; развитіе ея жизни проявляется въ очень сложной системѣ явленій, и часть этихъ явленій охватываетъ такія громадныя области, что обитатели земли получаютъ возможность слѣдить за ними. Передъ нами открывается цѣлый міръ новыхъ вещей, которыя способны въ высшей степени возбудить любознательность изслѣдователя. Здѣсь хватитъ работы для многихъ телескоповъ и на много лѣтъ. Въ самомъ дѣлѣ, эти явленія такъ разнообразны и представляютъ такое обиліе подробностей, что только полное и точное изученіе ихъ позволитъ открыть ихъ закономѣрность и приведетъ насъ къ опредѣленнымъ выводамъ относительно причины явленій и физическихъ свойствъ планеты". Самъ Скіапарелли очень много способствовалъ изученію явленій, которыя происходятъ на поверхности Марса. Темныя области онъ считаетъ морями, свѣтлыя—материками или островами. Впрочемъ, по его мнѣнію, необходимо болѣе полное и болѣе точное изученіе фактическихъ данныхъ для того, чтобы рѣшить, въ какой степени такое обозначеніе соотвѣтствуетъ дѣйствительности. Существуютъ затѣмъ любопытныя области, характеръ которыхъ мѣняется; иногда онѣ кажутся морями, иногда материками, иногда же тѣмъ и другимъ вмѣстѣ. Размѣры такихъ областей, насколько до сихъ поръ извѣстно, не бываютъ особенно большими. Вотъ описаніе Скіапарелли: „На этихъ областяхъ можно наблюдать различные оттѣнки окраски: иногда онѣ обнаруживаютъ сходство съ морями, иногда съ материками; такимъ образомъ, онѣ представляютъ рядъ пере-

ходовъ отъ первыхъ къ послѣднимъ. Насколько я могъ наблюдать до настоящаго времени, характеръ ихъ не вездѣ одинаковъ. Нѣкоторыя больше похожи на моря,



132. **Свѣтлыя полосы на сѣверномъ полушаріи Марса.**

Наблюдались Скіапарелли въ началѣ 1882 года. Въ то время на сѣверномъ полушаріи Марсы была зима. Полярное пятно было окружено 8 бѣлыми выступами. На рисункѣ они обозначены цифрами отъ I до VI c. Отъ трехъ выступовъ тянулись широкія свѣтлыя полосы. Направляясь къ экватору, онѣ отклонились отъ меридіана и описывали спиральныя линіи. Совершенно такъ-же отклоняется на земной поверхности вѣтеръ, стремящійся отъ полюса къ экватору; причина—вращеніе земли. Полосы оставались на мѣстѣ довольно долго. Когда солнце поднялось выше, онѣ стали блѣднѣть и, наконецъ, исчезли. „Можно предположить", говоритъ Мейеръ, „что холодныя воздушныя теченія, идущія отъ полюса, вызвали выпаденіе снѣга"... (Meyer. Das Weltgebäude).

другія—на континенты. Указать границу между такими областями и окружающими материками и морями не всегда удается: переходъ однихъ въ другія, благодаря постепенному измѣненію окраски, часто становится незамѣтнымъ".

На материковыхъ мѣстностяхъ замѣчаются, по Скіапарелли, медленныя измѣненія, которыя иногда охватываютъ громадныя пространства. Миланскій астрономъ указываетъ, напримѣръ, на большую область, которая лежитъ ниже Mare Sirenum и простирается между 120° и 170° долготы до 40° сѣверной широты. „Съ 1877 до 1879 года вся эта область свѣтилась гораздо сильнѣе, чѣмъ остальныя материковыя мѣстности, особенно въ верхней части, прилегающей къ названному морю. Слѣды темныхъ полосъ казались очень неопредѣленными, и разсмотрѣть ихъ было крайне трудно. Въ 1882 году желтая окраска этой области стала выступать гораздо сильнѣе; явилась возможность различить здѣсь сложную систему темныхъ линій; онѣ были замѣтны также въ 1884 и 1886 году, только менѣе ясно. Напротивъ, въ 1888 году эта область снова сдѣлалась свѣтлѣе и бѣлѣе; нужны были большія усилія, чтобы открыть слѣды темныхъ линій, наблюдавшихся при прежнихъ противостояніяхъ планеты. Моря также представляютъ очень замѣтныя измѣненія въ окраскѣ, только эти измѣненія происходятъ медленно и съ большею правильностью. На основаніи моихъ наблюденій, я рѣшаюсь утверждать, что когда, вслѣдствіе суточнаго движенія планеты, какое-нибудь море переходитъ отъ центральнаго меридіана къ положенію болѣе наклонному, окраска его не мѣняется. Этотъ фактъ показываетъ, что поверхности такъ называемыхъ морей въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ отличаются отъ другихъ областей, разсмотрѣнныхъ нами до сихъ поръ; во всякомъ случаѣ, при изслѣдованіи физической природы Марса на нихъ слѣдуетъ обращать особенное вниманіе. Съ другой стороны установлено не менѣе точно, что въ промежуткѣ отъ одного противостоянія до другого на моряхъ происходятъ очень замѣтныя перемѣны окраски.

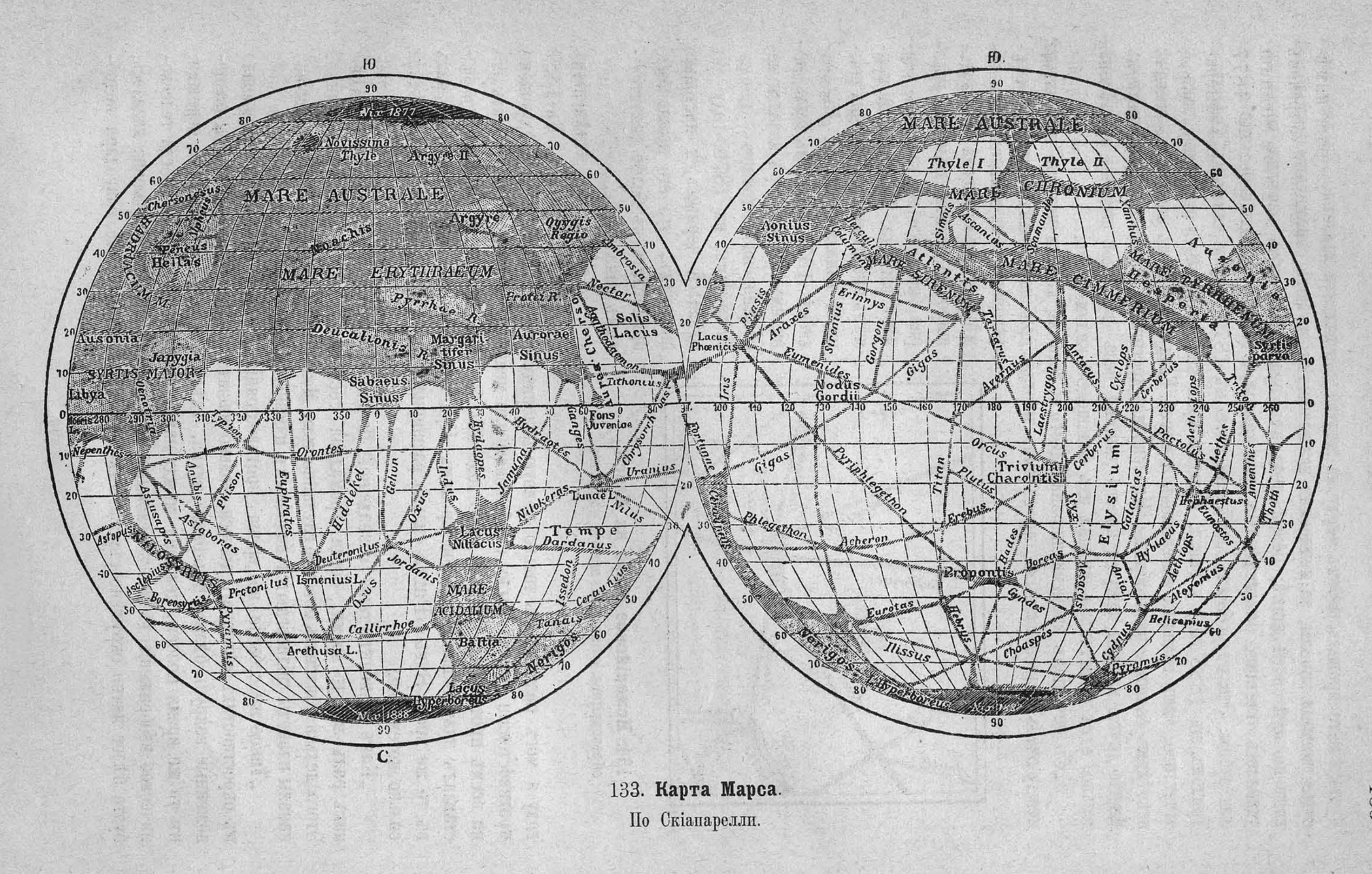
Итакъ, несомнѣнно, что состояніе тѣхъ областей, которымъ присвоено названіе „морей“, нельзя считать постояннымъ; быть можетъ, здѣсь происходятъ измѣненія, которыя стоятъ въ связи съ временами года на планетѣ.

Отъ нѣкоторыхъ темныхъ участковъ моря идутъ узкія полосы, которымъ дано названіе каналовъ. Легче всего разсмотрѣть тотъ каналъ, который былъ замѣченъ Шретеромъ еще въ прошломъ столѣтіи; Скіапарелли назвалъ его Нилосиртисъ. Въ настоящее время извѣстно, что сложною сѣтью такихъ каналовъ покрыты всѣ материки Марса; но темныя линіи каналовъ являются обыкновенно настолько тонкими и незамѣтными, что только Скіапарелли открылъ ихъ. Этотъ ученый нашелъ далѣе, что всякій каналъ на обоихъ концахъ впадаетъ или въ море, или въ озеро, или въ другой каналъ; иногда же нѣсколько каналовъ сходятся въ одной точкѣ.

Можно указать много мѣстъ, гдѣ три, четыре, даже шесть и семь каналовъ сходятся къ одному участку поверхности. Этотъ послѣдній въ такихъ случаяхъ имѣетъ обыкновенно видъ темнаго пятна.

„Устройство системы каналовъ и ея однообразіе“, продолжаетъ Скіапарелли, „представляется настолько страннымъ и поразительнымъ, что невольно является вопросъ: нѣтъ ли простого закона, объясняющаго расположеніе этихъ линій? Пытался же Эли-де-Бомонъ создать теорію, объясняющую направленіе крупныхъ горныхъ хребтовъ на поверхности земли. Я держусь мнѣнія, что такая попытка не могла бы въ настоящее время увѣнчаться успѣхомъ“.

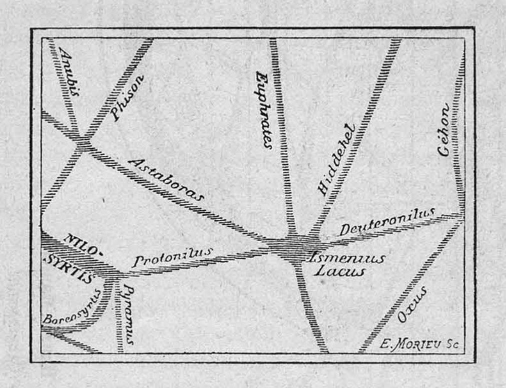
При нормальныхъ условіяхъ каналъ, по указанію Скіапарелли, имѣетъ видъ темной, иногда совершенно черной, рѣзко ограниченной линіи; такъ и кажется,



133. Карта Марса.
По Скіапарелли.

будто кто-то провелъ перомъ черту на желтой поверхности планеты. „Въ этой фазѣ существованія каналы, за немногими исключеніями, имѣютъ совершенно одинаковый видъ по всей своей длинѣ; общій ходъ ихъ правиленъ; лишь изрѣдка, когда мнѣ удавалось отчетливо различать оба края канала, я видѣлъ на нихъ небольшіе изгибы или зубцы. Эта подробность замѣчена мною въ 1879 году у каналовъ Евфрата и Тритона, въ 1888 году у Ганга. Каждый край канала рисуется отчетливо, такъ же отчетливо, какъ границы материковъ и морей. Если сравнивать каналы по ширинѣ, встрѣтимъ большое разнообразіе. Нилосиртисъ достигаетъ ширины 300 километровъ. Многіе другіе каналы кажутся просто линіями безъ замѣтной ширины и, слѣдовательно, едва ли истинная ширина ихъ больше 60 километровъ.

„Съ теченіемъ времени ширина одного и того же канала можетъ измѣняться между очень разнообразными предѣлами: иногда при наилучшихъ атмосферныхъ условіяхъ онъ кажется едва замѣтною нитью; иногда становится широкою черною полосою, которая бросается въ глаза съ перваго взгляда. Прекрасный примѣръ представляетъ исторія развитія канала Симоисъ. Въ сентябрѣ 1877 года онъ былъ невидимъ. Въ октябрѣ казался необыкновенно тонкою линіею. Напротивъ, въ 1879 году онъ сдѣлался чернымъ и настолько широкимъ, что его можно было причислить къ болѣе значительнымъ каналамъ.



134. **Исменійское озеро на Марсѣ,** образованное сліяніемъ шести каналовъ.

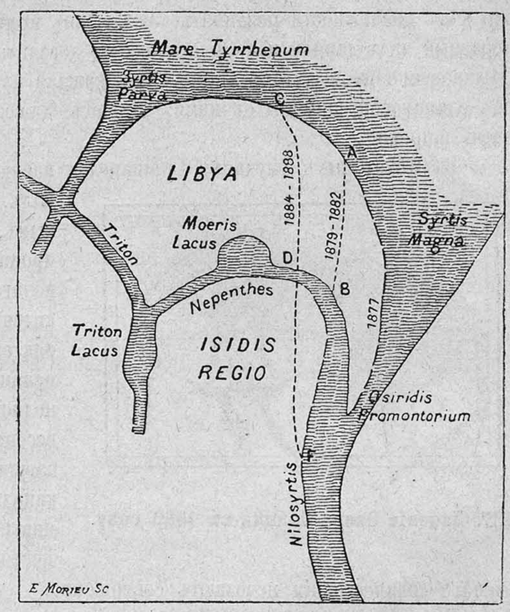
„Такимъ же измѣненіямъ подвергался Тритонъ. Въ 1887 году я могъ разсмотрѣть только правую половину этого канала. При слѣдующемъ противостояніи можно было съ большею или меньшею легкостью прослѣдить его на всемъ протяженіи. Въ маѣ 1888 года онъ былъ необыкновенно широкъ и представлялъ значительный морской проливъ. Крайне любопытно было наблюдать, какъ въ то же время Syrtis Parva сильно расширился на счетъ Ливіи, и эта послѣдняя сильно потемнѣла.

„Какъ объяснить такое совпаденіе? Почему Симоисъ и Тритонъ расширились какъ разъ въ то время, когда громадная сосѣдняя область сдѣлалась темнѣе? Этого нельзя объяснять простою случайностью. Можно предположить, что всѣ, вообще, каналы планеты подвергаются подобнымъ измѣненіямъ.

„Такое же событіе во время противостоянія 1884—1886 года произошло въ окрестностяхъ сѣвернаго полюса, только масштабъ былъ больше. Каналы, расположенные вокругъ бѣлаго полярнаго пятна, сдѣлались очень широкими и черными; въ то же время полосы, лежащія между ними, замѣтно потемнѣли. Когда телескопическое изображеніе дѣлалось неяснымъ, всѣ эти подробности сливались: казалось, будто бѣлое пятно окружено сѣроватымъ поясомъ. Возможно, что, благодаря подоб-

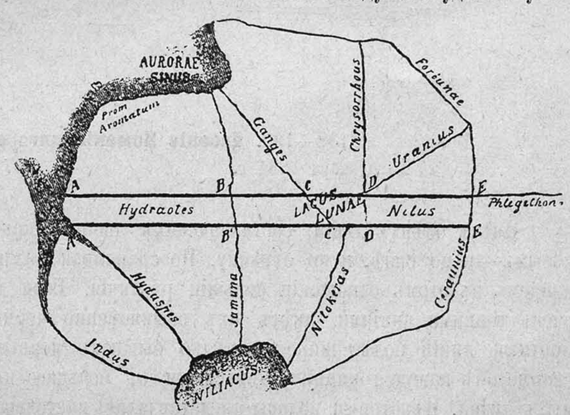
ному наблюденію, явилась мысль о сѣверномъ полярномъ морѣ, хотя на Марсѣ его нѣтъ".

Уже эти наблюденія Скіапарелли крайне любопытны. Когда же онъ открылъ двоеніе каналовъ, мы познакомились съ фактомъ совершенно неожиданнымъ. Передъ нами—явленіе, настолько странное и настолько непонятное, что трудно указать другое подобное.



135. **Перемѣны на берегахъ Ливіи.**
По Скіапарелли.
Линіи AB и CDF показываютъ перемѣщенія береговой линіи въ теченіе 1877—1888 года.

Вотъ описаніе Скіапарелли: „Мы видимъ каналъ обычной формы. Чрезъ нѣсколько дней,—быть можетъ, даже чрезъ нѣсколько часовъ,—вслѣдствіе какого-то превращенія, подробности котораго до сихъ поръ неизвѣстны намъ, онъ вдругъ становится двойнымъ: можно разсмотрѣть, что онъ состоитъ изъ двухъ полосъ, которыя очень сближены, очень схожи по формѣ и тянутся параллельно. Иногда замѣчается различіе въ толщинѣ, но это бываетъ довольно рѣдко. Во многихъ случаяхъ возможно было доказать, что одна изъ этихъ двухъ полосъ занимаетъ мѣсто прежняго одиночнаго канала, или проходитъ очень близко отъ него. Но въ 1888 году мнѣ удалось убѣдиться, что это правило нельзя считать всеобщимъ, что иногда ни тотъ, ни другой изъ новыхъ каналовъ не совпадаетъ съ мѣстомъ прежняго канала... Всякій слѣдъ стараго канала исчезаетъ, чтобы уступить мѣсто двумъ новымъ линіямъ.

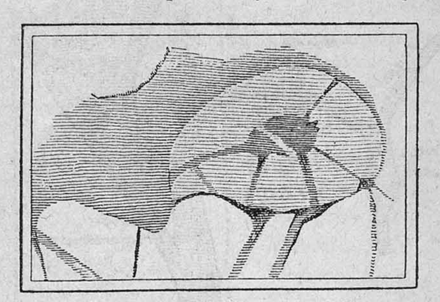


136. **Двойной каналъ.**
По Скіапарелли.

„Если сопоставить нѣсколько случаевъ двоенія, разстояніе между обѣими параллельными линіями окажется неодинаковымъ. Крайній предѣлъ—10 —

12°. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, когда двоеніе было медленнымъ и неопредѣленнымъ, это разстояніе увеличивалось до 15°. Часто обѣ составныя линіи настолько сближены, что нѣтъ возможности различить каждую изъ нихъ въ отдѣльности, и только своеобразный видъ данной полосы позволяетъ догадаться, что здѣсь произошло двоеніе. Обыкновенно промежутокъ шире, чѣмъ каждая изъ двухъ линій; впрочемъ, иногда онъ одинаковой ширины съ ними; бываетъ даже уже, особенно, когда сами линіи очень широки".

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ Скіапарелли наблюдалъ, какъ двоеніе исчезало: каналъ, который недавно казался двойнымъ, вдругъ дѣлался простымъ, или пропадалъ совершенно. Скіапарелли полагалъ, что все это таинственное явленіе обладаетъ періодическимъ характеромъ и, вѣроятно, связано съ временами года на Марсѣ: съ наибольшею полнотою оно выражается вскорѣ послѣ весенняго равноденствія; просуществовавши нѣсколько мѣсяцевъ, двойные каналы уменьшаются въ числѣ—обыкновенно около времени сѣвернаго солнцестоянія и, наконецъ, ко времени южнаго солнцестоянія исчезаютъ совершенно.



137. **Двоеніе Озера Солнца въ 1890 году.**

Наблюденія 1890 года показываютъ, что двоеніе темныхъ каналовъ на Марсѣ продолжается, что оно охватило даже болѣе крупные участки моря. На Марсѣ есть круглое темное пятно, которое называютъ „Озеромъ солнца"; въ 1890 году свѣтлая полоса раздѣлила его на двѣ части.

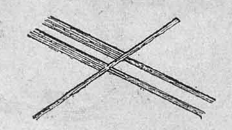
138—139. **Двоеніе Исменійскаго озера:**
23 декабря 1881 г. 27 мая 1888 г.

Цвѣтъ обѣихъ линій, составляющихъ двойной каналъ, представляется одинаковымъ—и по силѣ, и по оттѣнку. Но сравнивая различные двойные каналы, мы найдемъ въ этомъ отношеніи большія различія. Если двойной каналъ образованъ очень тонкими линіями, цвѣтъ ихъ обыкновенно черный или очень темный. Напротивъ, линіи болѣе широкія рѣдко бываютъ черными или темнокоричневыми; скорѣе онѣ кажутся кирпично-красными съ большею или меньшею примѣсью темныхъ лучей. Нѣкоторыя полосы представлялись настолько блѣдными, что ихъ трудно было отличить отъ желтаго фона планеты, хотя онѣ были очень широки и занимали нѣсколько градусовъ. Скіапарелли много разъ видѣлъ, что въ томъ мѣстѣ, гдѣ та-

кая блѣдная полоса пересѣкалась другимъ каналомъ, окраска дѣлалась гораздо сильнѣе. Онъ полагаетъ, что у всѣхъ двойныхъ каналовъ окраска одинакова; если же наблюдаются различія, ихъ нужно приписать измѣненію интенсивности окраски.

Представимъ случай, когда двойной каналъ разсѣкается другимъ каналомъ на два отрѣзка; въ каждомъ двѣ составныхъ линіи. Обѣ линіи даннаго отрѣзка обладаютъ одинаковой толщиной и окраской. За точкой пересѣченія, въ другомъ отрѣзкѣ видъ линій можетъ измѣниться, причемъ обѣ линіи подвергаются совершенно одинаковому превращенію: обѣ становятся свѣтлѣе и шире, или обѣ—темнѣе и уже. Можетъ случиться, что одна изъ узкихъ линій сдѣлается совсѣмъ незамѣтною. Тогда передъ нами—примѣръ канала, который въ одной части кажется двойнымъ, въ другой—простымъ.

Часто обѣ линіи, которыя въ другихъ отношеніяхъ представляются совершенно правильными, окутаны полутѣнью. Но въ большинствѣ случаевъ обѣ линіи проведены съ абсолютною, почти геометрическою точностью: ширина, окраска и свойства промежуточной полосы остаются одинаковыми на всемъ протяженіи. Если при изученіи двойныхъ каналовъ ограничимся увеличеніемъ въ 322—650 разъ, то, даже при самыхъ благопріятныхъ условіяхъ, намъ не удастся открыть ни малѣйшаго слѣда неправильностей: получается впечатлѣніе, какъ будто все проведено съ помощью линейки и циркуля. Даже въ тѣхъ случаяхъ, когда простой каналъ представляетъ какія-нибудь отклоненія отъ совершенно правильной формы, они исчезаютъ, какъ только происходитъ раздвоеніе. Когда на мѣстѣ изогнутаго канала образуется двойной, онъ оказывается совершенно прямымъ. Однимъ словомъ, существуетъ ясно выраженное стремленіе къ полному однообразію и къ устраненію всякихъ неправильностей.



140. **Пересѣченіе двойного и простого каналовъ.**
Такой видъ представляли Antaeus-Eunostos въ 1812 году и Евфратъ въ 1888 г.

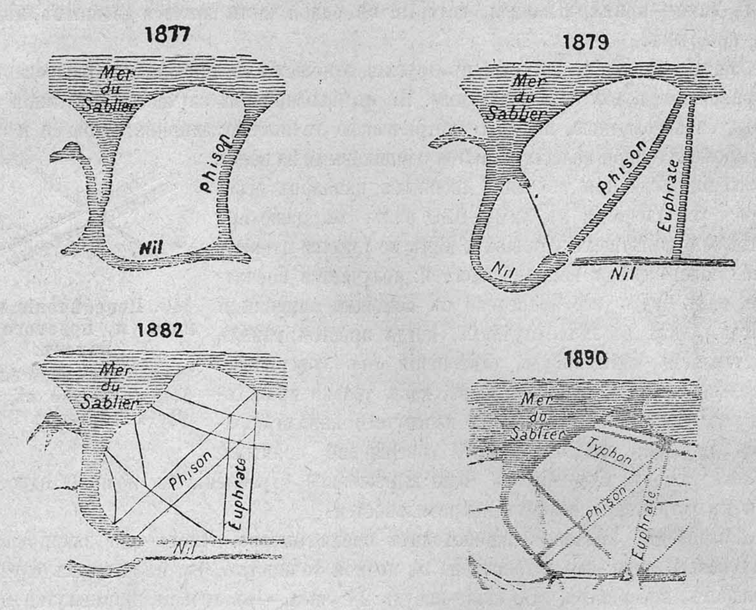
Раздвоеніе каналовъ происходитъ очень быстро. Часто оно заканчивается въ нѣсколько дней; это установлено съ полной точностью. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ переворотъ совершался въ какіе-нибудь 24 часа,—въ теченіе промежутка между двумя послѣдовательными наблюденіями. Скіапарелли нашелъ, что процессъ раздвоенія происходитъ одновременно по всей длинѣ канала.

„Довольно часто", говоритъ онъ, „приходилось наблюдать мнѣ, что обѣ линіи выдѣлялись одновременно изъ сѣрой, болѣе или менѣе плотной облачной массы, растянувшейся въ направленіи канала. Я готовъ думать, что когда происходитъ раздвоеніе, это облачное состояніе является главнымъ фактомъ. Отсюда нельзя выводить, что мы имѣемъ дѣло съ какимъ-то предметомъ, который былъ покрытъ облакомъ и сдѣлался видимымъ послѣ его исчезновенія. Мое мнѣніе такое: то, что представляется здѣсь облакомъ, нельзя считать препятствіемъ, которое мѣшаетъ видѣть предметы, существовавшіе раньше; скорѣе, это—особаго рода матерія, въ которой постепенно обрисовываются формы, не существовавшія раньше. Чтобы выразить мою мысль яснѣе, я могъ бы сказать такъ: данный процессъ нельзя сравнивать съ постепеннымъ выступаніемъ предметовъ изъ рѣдѣющаго облака; скорѣе можно сравнить его съ движеніями толпы солдатъ, которые раньше были разсѣяны безъ всякой правильности, а потомъ постепенно выстроились рядами и колоннами. Долженъ приба-

вить здѣсь, что этимъ сравненіемъ я выражаю лишь непосредственное впечатлѣніе,— что на него нельзя смотрѣть, какъ на продуманный выводъ изъ спеціальныхъ наблюденій".

Сопоставимъ теперь всѣ изложенные факты, примемъ во вниманіе всѣ новѣйшія изслѣдованія относительно поверхности планеты Марса и поставимъ вопросъ: можетъ ли такая планета быть жилищемъ человѣка?

Существуютъ обстоятельства, которыя мѣшаютъ отвѣтить утвердительно. Не подлежитъ никакому сомнѣнію, что на Марсѣ до сихъ поръ совершаются грандіознѣйшіе перевороты, которые мы должны считать катастрофами. Неужели это выраже-



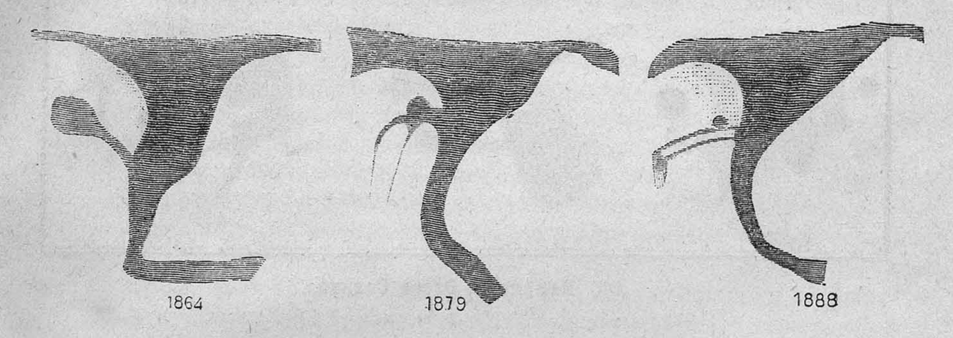
141—144. **Измѣненія каналовъ Физона, Евфрата и Нила.**

ніе могло бы показаться преувеличеннымъ, если бы на землѣ такое море, какъ Красное, внезапно раздвоилось? — или, если бы рядомъ съ Женевскимъ и Боденскимъ озеромъ почти въ одну ночь произошло другое озеро такой же величины? или, если бы участокъ земной поверхности величиною со Среднюю Европу въ короткій срокъ былъ затопленъ волнами моря? Вспомнимъ затѣмъ, что массы полярныхъ льдовъ ежегодно надвигаются до 50° и даже до 40° широты, что всѣ континенты ежегодно исчезаютъ подъ снѣжнымъ покровомъ и что весеннее таяніе снѣговъ неизбѣжно сопровождается наводненіями. Ясно, что такое состояніе планеты могло бы оказаться опаснымъ для существованія рода человѣческаго.

Съ другой стороны: какъ объяснить двоеніе каналовъ? Скіапарелли не даетъ опредѣленнаго отвѣта. По собственному признанію, онъ не рѣшается спорить противъ тѣхъ, кто въ удвоеніи каналовъ видитъ дѣло разумныхъ существъ. Въ такомъ предположеніи нѣтъ ничего невозможнаго. Съ этой точки зрѣнія становится понятной

геометрическая правильность каналовъ. Но Скіапарелли не думаетъ, чтобы это объясненіе было единственнымъ и неизбѣжнымъ.

Американецъ Персиваль Лоуэлль, который тщательно наблюдалъ Марса на обсерваторіи, построенной, главнымъ образомъ, для этой цѣли, дѣлаетъ выводы, уже болѣе смѣлые. По его мнѣнію, каналы — совсѣмъ иного происхожденія, чѣмъ моря. Ихъ очертанія представляются рѣзкими; они идутъ прямо, какъ если-бы ихъ провели по линейкѣ: они пересѣкаются въ видѣ правильныхъ многоугольниковъ. Въ расположеніи каналовъ обнаруживается несомнѣнная система. Между тѣмъ берега морей имѣютъ видъ неясной, извилистой, изрѣзанной заливами линіи, похожей на береговую линію земныхъ океановъ. Если принять все это во вниманіе, можно признать вполнѣ правдоподобнымъ и дальнѣйшее заключеніе Лоуэля, что эта сѣть каналовъ обязана своимъ происхожденіемъ искусственнымъ работамъ. При такомъ предположеніи и удвоеніе каналовъ становится болѣе понятнымъ, чѣмъ при всякомъ другомъ. Вообще, въ настоящее время гипотеза, принимающая каналы Марса за искусственныя и полезныя сооруженія, является наиболѣе правдоподобной. Единствен-

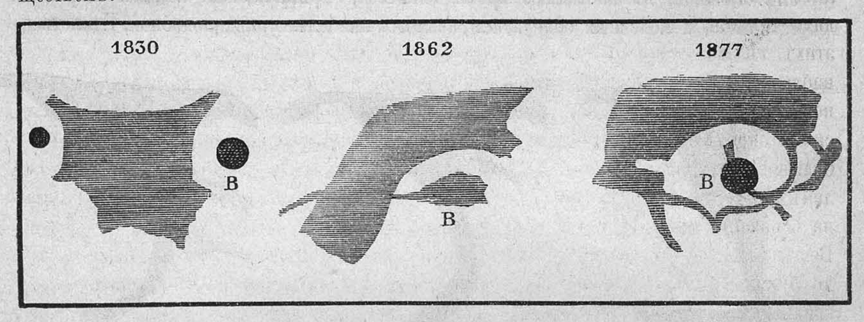


145. **Измѣненія Меридова озера**.
Для 1864 г. рисунокъ сдѣланъ Даусомъ; для 1879 и 1888 гг.—Скіапарелли.

ная трудность заключается въ грандіозныхъ размѣрахъ каналовъ. Приходится приписать жителямъ Марса такую власть надъ природою, какой далеко не достигъ еще человѣческій родъ. Но кто можетъ предвидѣть, что суждено въ этой области человѣчеству! Почему не предположить, что со временемъ явится возможность съ помощью силъ природы устраивать сооруженія, подобныя Суэцкому или Кильскому каналу, столь-же легко и быстро, какъ какія-нибудь канавы вдоль большой дороги? Да, мы съ увѣренностью можемъ утверждать, что борьба за существованіе когда-нибудь заставитъ человѣчество производить грандіознѣйшія работы. Это случится вѣроятно, въ ту эпоху, когда залежи каменнаго угля истощатся, или океаническаго покрова будетъ недостаточно, чтобъ доставлять влагу въ необходимомъ количествѣ.

Можно поставить вопросъ: обитаемъ ли Марсъ въ настоящее время, или его каналы сохранились отъ очень древнихъ временъ, между тѣмъ какъ населеніе планеты уже вымерло? Извѣстно, что искуственныя сооруженія на рѣкахъ и озерахъ быстро падаютъ жертвою разрушительнаго вліянія извѣстныхъ естественныхъ условій, если только нѣтъ постояннаго надзора и поддержки. Отсюда можно заключить, что

каналы Марса не представлялись-бы теперь столь совершенными, если-бы не прилагалось постоянныхъ заботъ объ ихъ сохраненіи. Поэтому мы должны допустить, что сосѣдній съ нами міръ, планета Марсъ, населенъ живыми, разумными существами. Слѣдовательно, жизнь и сознаніе существуютъ не на одной землѣ. Какъ организованы эти существа, это, пожалуй, навсегда останется скрытымъ отъ насъ. Но изъ характера ихъ сооруженій мы можемъ съ полною увѣренностью сдѣлать выводъ, что законы ихъ мысли совпадаютъ съ нашими, что у нихъ существуетъ та же самая геометрія, какъ у насъ, что они видятъ, слышатъ, чувствуютъ и обмѣниваются мыслями. Словомъ, это существа, которыя смѣло могутъ помѣряться съ нами, а въ своихъ техническихъ работахъ даже превзошли насъ. Припомнимъ-же всѣ факты и предположенія, изложенныя выше. Повидимому, теперь, въ концѣ 19 столѣтія мы въ правѣ сдѣлать заключеніе, что, если рѣчь идетъ о вселенной, человѣка, обитающаго на землѣ, нельзя считать ни единственнымъ, ни безусловно высшимъ мыслящимъ существомъ.



146. **Измѣненія Озера Солнца**.

Кто, какъ слѣдуетъ, задумается надъ этой мыслію и всѣми вытекающими изъ нея выводами, тотъ, конечно, придетъ къ убѣжденію, что изслѣдователи неба имѣютъ право сказать о себѣ: „Не напрасно изслѣдуемъ мы восходъ и заходъ свѣтилъ!“

За предѣлами орбиты Марса мы встрѣтимъ большую толпу планетоидовъ или малыхъ планетъ. Орбиты ихъ перепутаны и наклонены одна къ другой. Всѣ онѣ расположены въ предѣлахъ пояса, ширина котораго на 9 милліоновъ миль больше, чѣмъ разстояніе планеты Марса отъ солнца. Любопытно положеніе, которое эти крошечныя планеты занимаютъ въ солнечной системѣ. Ихъ орбиты сильно отклоняются отъ круга и значительно наклонены относительно плоскости земной орбиты; при этомъ онѣ пересѣкаютъ одна другую, такъ что, если-бъ мы изготовили модель всей системы, изобразивши орбиты въ видѣ колецъ, и передвинули одно изъ этихъ колецъ, мы сдвинули бы съ мѣста всю группу. Какъ объяснить происхожденіе этихъ міровыхъ тѣлъ и ихъ удивительныхъ орбитъ? Исторія развитія была у нихъ нѣсколько иная, чѣмъ у остальныхъ планетъ. Согласно съ гипотезой Канта-Лапласа, можно представлять ее въ такомъ видѣ. Сначала отъ первичной массы отдѣлилось туманное кольцо; оно занимало какъ разъ ту область, гдѣ теперь расположенъ поясъ планетоидовъ. Притяженіе громаднаго Юпитера заставило его распасться на множество отдѣльныхъ кусковъ; такъ произошли планетоиды. Извѣстно, что вскорѣ

послѣ открытія первыхъ малыхъ планетъ Ольберсъ высказалъ смѣлую гипотезу, что эти міровыя тѣла являются обломками громадной исчезнувшей планеты; какая-то ужасная катастрофа разбила ее на множество частей, и теперь онѣ описываютъ орбиты въ качествѣ отдѣльныхъ планетъ. Возможна ли, вообще, такая катастрофа? Я не рѣшаюсь дать отвѣтъ вполнѣ опредѣленный; замѣчу только, что подобная катастрофа, во всякомъ случаѣ, представляется крайне невѣроятной. Трудно допустить, чтобы планету могли разорвать на куски внутреннія силы—вулканическія или плутоническія. Математическое изслѣдованіе вопроса о происхожденіи астероидовъ было сдѣлано Симономъ Ньюкомбомъ. Оно также приводитъ къ выводу, что нельзя приписывать астероидамъ такого общаго происхожденія, на которое указываетъ гипотеза Ольберса.

Размѣры астероидовъ крайне малы. Это обстоятельство сильно мѣшало изучить ихъ поверхность. Даже величину этихъ крошечныхъ планетъ нельзя опредѣлить прямымъ измѣреніемъ. Гершелю и Шретеру показалось сначала, что они видятъ туманныя оболочки, окружающія отдѣльные планетоиды; они вывели, что на этихъ тѣлахъ существуетъ атмосфера больше 100 миль вышиною. Но потомъ это наблюденіе было признано оптической ошибкой. До сихъ поръ, разсуждая объ истинной величинѣ планетоидовъ, приходилось руководиться исключительно фотометрическими опредѣленіями. Этимъ путемъ я получилъ слѣдующія данныя: діаметръ самаго большого астероида, именно Цереры, равенъ 46 милямъ: діаметръ Весты—43 милямъ. Послѣдняя цифра довольно близко сходится съ выводомъ Медлера, который на основаніи прямыхъ измѣреній, конечно, крайне неточныхъ, принялъ для діаметра Весты величину въ 66 миль. Самые мелкіе планетоиды обладаютъ діаметромъ отъ 4 до 5 миль. Такъ, вся поверхность планетоида Аталанты меньше 80 географическихъ квадратныхъ миль. Курьерскій поѣздъ, который дѣлаетъ 10 нѣмецкихъ миль въ часъ, пронесся бы кругомъ этой планеты въ $1^3/_4$ часа. Пѣшеходъ, употребляя на ходьбу 8 часовъ въ сутки, закончилъ бы на ней кругосвѣтное путешествіе черезъ 4 дня. Вся поверхность Аталанты въ 5 тысячъ разъ меньше той площади, которую занимаетъ Россійская имперія; объемъ же ея въ 40 милліоновъ разъ меньше объема земли. Какимъ тѣснымъ жилищемъ оказалась бы эта крошечная планета, если бъ мы допустили, что она населена людьми!..

Немыслимо однако, чтобы на такихъ маленькихъ планетахъ могла развиться органическая жизнь. Ихъ размѣры и масса такъ ничтожны, что атмосфера ихъ была бы страшно рѣдкою, если бы даже онѣ обладали ею. Затѣмъ, поверхность ихъ должна бы охладиться гораздо ниже точки замерзанія воды. Но даже такой атмосферы до сихъ поръ не обнаружено на нихъ. Вотъ почему необходимо предположить, что эти мелкія планеты совершенно лишены органической жизни, что это—мертвыя каменныя массы, летающія вокругъ солнца.

За астероидами описываетъ круги исполинскій Юпитеръ. Среднее разстояніе его отъ солнца—104 милліона миль. Время обращенія—11 лѣтъ 317 дней 14 часовъ. Экваторіальный діаметръ этой планеты равенъ 19 000 миль; полярный діаметръ или ось вращенія—17 900 миль; сплюснутость—$^1/_{16}$. Такая громадная сплюснутость гармонируетъ съ быстротою вращенія, потому что исполинскій шаръ Юпитера заканчиваетъ оборотъ около оси въ изумительно короткое время: 9 часовъ $55^1/_2$ минутъ. Поэтому каждая точка экватора въ теченіе секунды описываетъ вслѣд-

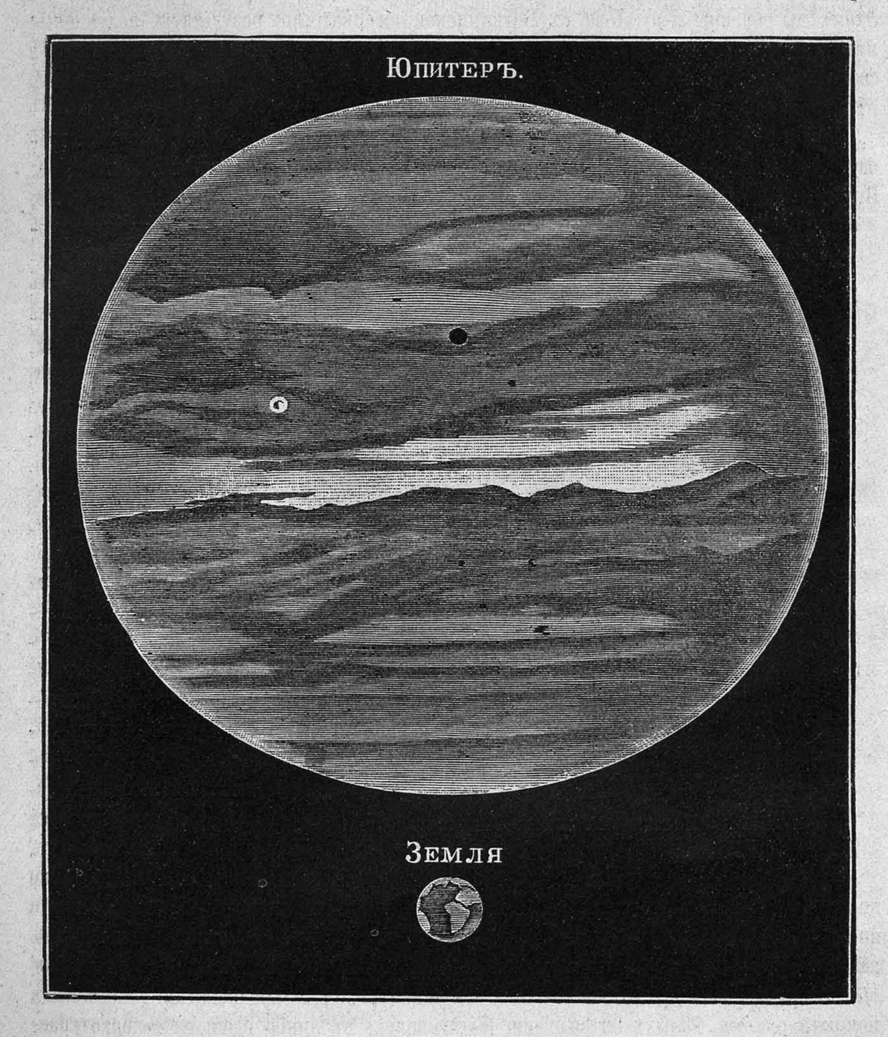
ствіе вращенія дугу длиною въ 38 000 парижскихъ футовъ. Почти то же разстояніе дѣлаетъ въ секунду вся планета, подвигаясь по всей орбитѣ вокругъ солнца.

По своему объему Юпитеръ въ 1 340 разъ больше земли; по массѣ же только въ 308 разъ тяжелѣе. Слѣдовательно, средняя плотность его составляетъ $^1/_4$ плотности земли и только въ $1^1/_2$ раза превосходитъ плотность чистой воды. Вспомнимъ теперь, что плотность планетъ быстро возрастаетъ съ приближеніемъ къ центру. Ясно, что плотность веществъ, составляющихъ поверхность Юпитера, ни въ какомъ случаѣ не можетъ превосходить плотности воды. Слѣдовательно, эта поверхность покрыта легкимъ жидкимъ веществомъ, природа котораго не опредѣлена съ точностью. Этотъ фактъ имѣетъ громадное значеніе для всѣхъ теорій и умозрѣній относительно состоянія данной планеты. Онъ показываетъ, что на Юпитерѣ господствуютъ совсѣмъ иныя условія, чѣмъ на нашей землѣ.

Въ самомъ дѣлѣ, достаточно вооружиться сильнымъ телескопомъ и бросить взглядъ на планету, чтобы замѣтить, что дискъ ея представляетъ картину вполнѣ своеобразную. Мы видимъ полосы, болѣе или менѣе параллельныя экватору. Въ такомъ расположеніи обнаруживается ихъ облачная или парообразная природа. На нихъ замѣтны темныя пятна, которыя позволяютъ намъ судить о продолжительности вращенія планеты; мы уже говорили, что оно заканчивается въ 9 часовъ $55^1/_2$ минутъ. Средняя продолжительность дня на Юпитерѣ — 4 часа 58 минутъ. Подъ 60° сѣверной или южной широты самый долгій день равенъ 5 часамъ 15 минутамъ, и только на 87° широты можно видѣть полуночное солнце.

Всѣ образованія, которыя наблюдаются на поверхности Юпитера, недолговѣчны. Поэтому нѣтъ возможности составить для него карту, какъ это сдѣлано для Марса, или для луны. Въ различныя годы видъ Юпитера мѣняется настолько сильно, что невольно является мысль о бурныхъ переворотахъ, которые совершаются на его поверхности и, по всей вѣроятности, подчинены опредѣленнымъ періодамъ. На рисункѣ, сдѣланномъ Кассини въ 1665 году, можно различить три полосы, которыя тянутся черезъ весь дискъ Юпитера. Самой широкою кажется нижняя, сѣверная; верхняя, южная представляется немного уже. По срединѣ широкаго пояса, который лежитъ между двумя указанными полосами, тянется третья полоса или черта: она узка, мѣстами прервана, но всетаки пересѣкаетъ дискъ вплоть до краевъ. Въ 1647 году Гевелій не замѣтилъ никакого слѣда полосъ, хотя видѣлъ темныя пятна. Напротивъ, въ 1690 году Кассини, кромѣ двухъ главныхъ полосъ, описываетъ еще нѣсколько узкихъ полосъ, которыя однако не пересѣкали диска сполна. Отъ XVIII столѣтія не осталось точныхъ наблюденій относительно полосъ Юпитера. Мы снова находимъ ихъ у Гершеля. Онъ часто наблюдалъ обѣ главныя полосы: одну къ сѣверу, другую къ югу отъ экватора. Но у него есть указаніе (1793), что однажды онъ видѣлъ планету совсѣмъ безъ полосъ. Въ 1822 году Юпитеръ былъ срисованъ Груитуйзеномъ: на этомъ изображеніи отмѣчены обѣ главныя полосы; но къ сѣверу и къ югу отъ нихъ замѣтны еще двѣ полосы болѣе слабыхъ. Груитуйзенъ впервые указалъ на красновато-коричневую окраску главныхъ полосъ. Въ ноябрѣ 1834 года производилъ наблюденія Медлеръ: онъ различалъ обѣ широкія полосы, причемъ на сѣверной бросались въ глаза два темныхъ пятна, которыми Медлеръ воспользовался, чтобы опредѣлить продолжительность вращенія. Эта сѣверная полоса къ концу года сдѣлалась блѣднѣе и въ февралѣ 1835 года исчезла совершенно. Между тѣмъ оба

темныхъ пятна сохранились. Напротивъ, южная полоса постепенно становилась все темнѣе и темнѣе, такъ что даже днемъ выдѣлялась съ полной отчетливостью. Въ декабрѣ въ теченіе нѣсколькихъ дней она раздѣлилась на двѣ полосы, и на Юпитерѣ



147. **Сравнительная величина Юпитера и земли.**

снова оказалась двойная полоса съ промежуточнымъ свѣтлымъ поясомъ. Къ концу пятидесятыхъ годовъ Юпитеръ опять покрылся нѣсколькими темными полосами, которыя были раздѣлены свѣтлыми промежутками. Но, судя по рисункамъ Секки и Ласселя, эти полосы выдѣлялись не особенно отчетливо. Въ 1870 году Gledhill изобразилъ Юпитера съ довольно широкимъ экваторіальнымъ поясомъ; на этомъ

поясѣ, подобно крупнымъ жемчужинамъ, вытянулись въ рядъ яйцеобразныя свѣтлыя облака; къ сѣверу и къ югу отъ него можно различить еще нѣсколько узкихъ полосъ. Начиная съ этого времени, наблюденія становятся точнѣе и рисунки совершеннѣе. Этимъ мы обязаны д-ру Лозе съ Боткампской обсерваторіи; результаты, полученные имъ, являются исходнымъ пунктомъ для всѣхъ изысканій относительно физическихъ свойствъ Юпитера. Вотъ что говоритъ Лозе о наблюденіяхъ, сдѣланныхъ имъ въ 1871 году.

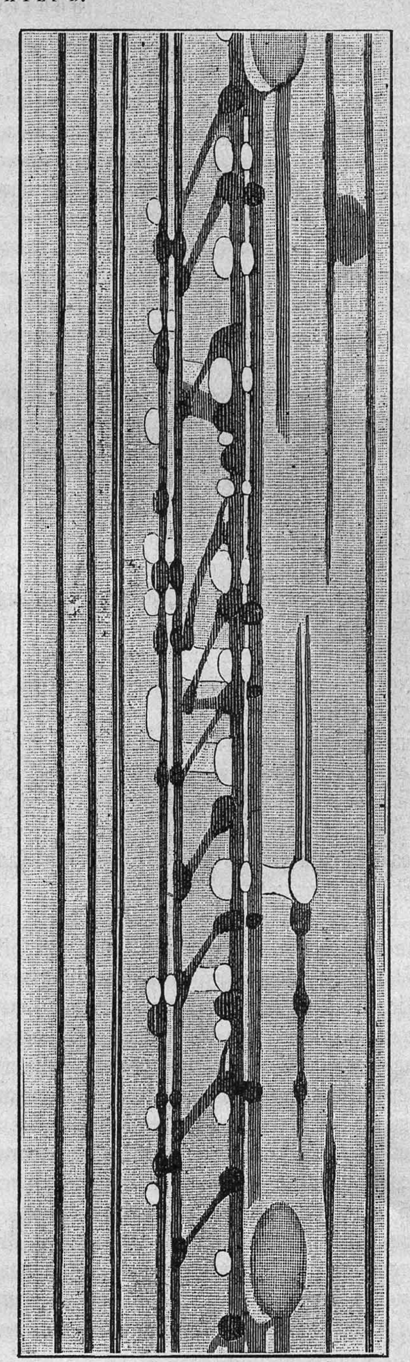
„Первое, что бросилось въ глаза при взглядѣ на планету, блестѣвшую желтоватымъ свѣтомъ,—это была широкая темная полоса, занимавшая область экватора. Будемъ называть ее „экваторіальною полосою“. Опредѣлить ея окраску было трудно. Другіе наблюдатели давали всевозможныя опредѣленія; каждое изъ нихъ заключаетъ долю истины, и только всѣ вмѣстѣ могутъ они сообщить правильное представленіе о цвѣтѣ полосы. Вообще, окраска является крайне слабою и нѣжною. Вотъ какіе цвѣта приписывали этой полосѣ: желтовато-красный, сѣровато-коричневый, красноватый, желтоватый, охристо-желтый, красно-бурый, красновато - коричневый и мѣдно-красный. Если судить по старымъ наблюденіямъ, этой окраски раньше не было; точно также экваторіальная область описывается, какъ самое свѣтлое мѣсто на поверхности планеты. Ширина экваторіальной полосы оказалась измѣнчивой; на это ясно указывали произведенныя измѣренія. На срединѣ полосы она равнялась $^1/_6$ полярнаго діаметра. Обыкновенно эта темная, слегка красноватая полоса была покрыта рядомъ бѣлыхъ пятенъ; они вытягивались въ линію вдоль ея южнаго края. Въ здѣшній телескопъ можно было отчетливо различить, что это — образованія облачнаго характера. Форма и величина ихъ были крайне разнообразны. Длина наиболѣе крупныхъ облаковъ колебалась между 2 500 и 3 000 географическихъ миль. Слѣдовательно, они представляли громадный объемъ. Ихъ яркость измѣнялась такъ сильно, что иногда нужно было дѣлать усиліе, чтобы различить ихъ, иногда же они блестѣли ослѣпительнымъ свѣтомъ. Обыкновенно самыми свѣтлыми казались облака, расположенныя по срединѣ диска. Но случалось и такъ, что облака, лежащія



148. **Полосы на дискѣ Юпитера.**

въ сторонѣ, блестѣли сильнѣе среднихъ. Въ одномъ изъ такихъ случаевъ можно было убѣдиться, что эти облака плаваютъ на различной высотѣ. Поэтому свѣтъ ихъ, проходя чрезъ атмосферу планеты, ослабляется то меньше, то больше. Кромѣ того ряда облаковъ, который вытянулся вдоль южной окраины экваторіальной полосы, можно было наблюдать на ней другія облака. Яркость ихъ была меньше, число ихъ постоянно измѣнялось. Но иногда ихъ являлось такъ много, что покрытая ими полоса мало отличалась отъ свѣтлыхъ частей диска. Границы экваторіальной полосы на сѣверѣ и на югѣ иногда выдѣлялись рѣзко и казались нѣсколько темнѣе остальныхъ частей полосы, иногда становились неясными. Наибольшей отчетливости онѣ достигали на срединѣ планетнаго диска, между тѣмъ какъ у краевъ его онѣ дѣлались почти незамѣтными. Любопытно, что ту же особенность обнаруживаютъ всѣ другія полосы, выступающія на планетѣ. Отсюда видно, что она окружена очень высокою и сильно поглощающею атмосферою. Какое положеніе занимаетъ эта экваторіальная полоса? Измѣренія показали слѣдующее: если провести по длинѣ ея линію, которая раздѣлитъ ее на двѣ половины, эта линія не пройдетъ черезъ центръ диска; она будетъ сдвинута нѣсколько къ югу. Отклоненіе становится иногда столь значительнымъ, что едва ли можно объяснить его наклоненіемъ оси Юпитера относительно линіи зрѣнія“.

Лозе продолжалъ свои наблюденія надъ Юпитеромъ. Въ 1881 году онъ пришелъ къ убѣжденію, что можно говорить только объ одной



149. **Экваторіальная область Юпитера 21 апр. 1887 года**—По Стэнли Вильямсу.

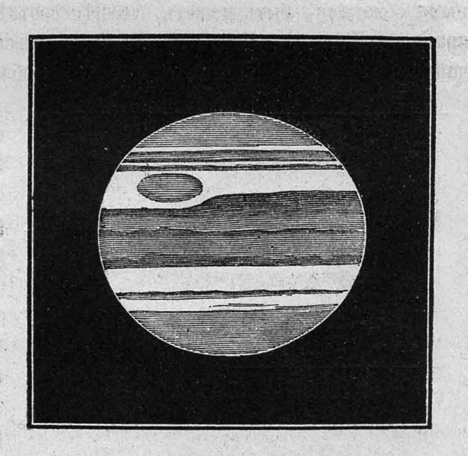
широкой экваторіальной полосѣ, которая простирается почти на одинаковое разстояніе къ сѣверу и къ югу отъ экватора. Сѣверная и южная границы выдѣлялись, благодаря особенно интенсивной окраскѣ. По срединѣ же между ними наблюдались ряды облаковъ, которые мѣстами скрывали красноватый тонъ, свойственный всей полосѣ. Другіе наблюдатели представляли эти отношенія нѣсколько иначе: они признавали существованіе двухъ отдѣльныхъ экваторіальныхъ полосъ,—сѣверной и южной, — и считали ихъ, наравнѣ съ прочими полосами планеты, временнымъ образованіемъ. „Я никогда не раздѣлялъ этого представленія", продолжаетъ Лозе: „когда я примѣнялъ сильные инструменты, экваторіальный поясъ представлялся мнѣ единымъ образованіемъ значительной прочности. Въ пользу этого мнѣнія говорятъ также фотографіи, снятыя съ планеты, такъ какъ химическое дѣйствіе свѣта, идущаго отъ экваторіальной полосы, существенно отличается отъ дѣйствія прочихъ частей диска. Можно указать затѣмъ на страшную быстроту вращенія и привести физическія основанія въ пользу моего представленія. Вообще, признавши существованіе единаго обособленнаго экваторіальнаго пояса, мы можемъ съ большей полнотой и точностью описать процессы, которые происходятъ на экваторѣ".

Если разсмотримъ рисунки, сдѣланные Лозе въ промежутокъ 1870—1881 года, не останется никакого сомнѣнія въ томъ, что Юпитеръ казался тогда опоясаннымъ одной широкой темной полосою, которая тянулась вдоль экватора и представляла на срединѣ ряды свѣтлыхъ облаковъ. Но очевидно, что это было временное состояніе; теперь нельзя уже видѣть этой картины. По крайней мѣрѣ, осенью 1890 года я наблюдалъ на Юпитерѣ двѣ темныхъ полосы. Сѣверная была темнѣе и представляла красновато-коричневую окраску. Ниже ея, къ сѣверу лежалъ наиболѣе свѣтлый поясъ планеты. Между тѣмъ экваторіальный поясъ казался ничуть не ярче, чѣмъ большинство другихъ свѣтлыхъ частей планеты. Мое мнѣніе таково: въ экваторіальной области Юпитера въ теченіе періода, обнимающаго много лѣтъ, происходитъ правильное измѣненіе: бываютъ годы, когда планету охватываетъ одинъ широкій темный поясъ, покрытый свѣтлыми облаками; бываютъ другіе годы, когда по диску протягиваются двѣ узкихъ полосы, которыя удалены на довольно большое разстояніе къ сѣверу и къ югу отъ экватора.

Къ тому-же выводу пришелъ Ламей еще въ 1887 году. Онъ представляетъ измѣненіе полосъ слѣдующимъ образомъ. Пятна Юпитера указываютъ на періодъ въ $5^2/_5$ года, подобно тому, какъ солнечныя пятна обнаруживаютъ періодъ въ $11^1/_9$ года. Незадолго до главнаго максимума полосы лежатъ вдоль экватора Юпитера, плотно прилегая одна къ другой. Затѣмъ онѣ расходятся и удаляются одна отъ другой, и одновременно между ними выступаютъ узкія полосы. Обѣ главныхъ полосы продолжаютъ свое движеніе по направленію къ высокимъ широтамъ. Наконецъ, полоса южнаго полушарія, обыкновенно менѣе обособленная, начинаетъ блѣднѣть и исчезать. Затѣмъ полосы образуются снова, сходятся на экваторѣ и начинаютъ новый циклъ. Послѣднее соединеніе на экваторѣ, по мнѣнію Ламея, достигло максимума въ концѣ марта 1885 года. Согласно съ его теоріей, новое соединеніе обѣихъ полосъ на экваторѣ должно было послѣдовать въ 1890 году. Вмѣсто того, наблюденія показали, что въ этомъ году обѣ сѣрыхъ полосы были раздѣлены значительнымъ промежуткомъ. По моему мнѣнію, періодъ — гораздо длиннѣе, — длиннѣе даже, чѣмъ періодъ солнечныхъ пятенъ. Чтобы выяснить этотъ вопросъ, необходимо наблюдать

Юпитера въ теченіе нѣсколькихъ десятилѣтій, постоянно дѣлая снимки съ его поверхности.

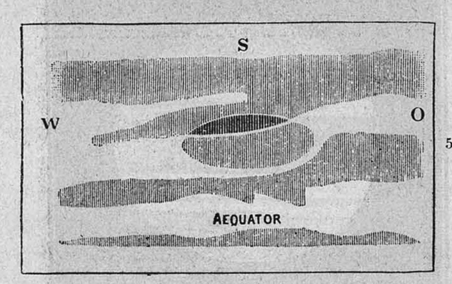
Особенно любопытно появленіе яйцеобразныхъ свѣтлыхъ облаковъ на экваторіальной полосѣ Юпитера. Эти образованія не были замѣчены прежними наблюдателями, очевидно, потому, что инструменты ихъ не обладали достаточной силой. Впервые они отмѣчены на рисункѣ Груитуйзена, сдѣланномъ 12 февраля 1838 года. Затѣмъ ихъ наблюдали Лассель и Даусъ въ 1850 и 1851 году. Но только Лозе изслѣдовалъ и нарисовалъ ихъ съ полной точностью. Послѣдній замѣчаетъ, что они появляются особенно обильно какъ разъ во время максимума солнечныхъ пятенъ. Этотъ выводъ согласуется съ болѣе раннимъ наблюденіемъ Груитуйзена. Когда образуются яйцеобразныя свѣтлыя облака, полосы обнаруживаютъ наиболѣе яркую окраску, хотя ее можно различить и въ другое время. Я нашелъ, что онѣ рисуются особенно ясно, когда изслѣдуютъ Юпитера днемъ и примѣняютъ слабое увеличеніе. Тогда можно различить не только красновато-коричневую окраску, но также зеленоватые и голубоватые пояса на планетѣ.



150. **Красное пятно на поверхности Юпитера.**

Въ срединѣ 1878 года на южномъ полушаріи Юпитера явилось громадное пятно красновато-коричневаго цвѣта. Въ теченіе многихъ лѣтъ оно сохраняло яркую окраску. По наблюденіямъ Шмидта, въ первое время своего существованія, отъ іюля до ноября 1879 года, пятно нѣсколько разъ измѣняло свою длину, обнаруживая періодъ въ 51 день; послѣ этого размѣры его оставались постоянными. Наблюдая это пятно отъ ноября 1879 года до сентября 1880 года, Шмидтъ нашелъ что вращеніе планеты совершается въ 9 часовъ 55 минутъ 34 секунды. Этотъ выводъ близко сходится съ данными Медлера (1835 г.). Наблюденія Лозе, продолжавшіяся гораздо дольше, показываютъ, что въ промежутокъ отъ 1878 до 1881 года положеніе краснаго пятна немного измѣнялось: оказывается, что продолжительность вращенія пятна въ 1881 году была на 4 секунды больше, чѣмъ въ 1879—1880 году. Уже со временъ Кассини извѣстно, что темныя пятна на Юпитерѣ въ разное время представляютъ различную продолжительность вращенія. Такъ какъ оборотъ самой планеты около оси заканчивается всегда въ одинъ и тотъ же промежутокъ времени, ясно, что темныя пятна обладаютъ собственнымъ движеніемъ. Это значитъ: они перемѣщаются, благодаря вихрямъ въ атмосферѣ Юпитера. Особенно замѣтно это собственное движеніе у свѣтлыхъ пятенъ. Въ 1880 году Шмидтъ наблюдалъ подобное пятно, пролетавшее 124 метра въ секунду въ направленіи отъ запада къ востоку. Слѣдовательно, оно двигалось гораздо быстрѣе самыхъ сильныхъ ураганогъ. Лозе наблюдалъ то же самое свѣтлое облако въ теченіе 1880 — 1881 гг. Вычисленіе

показало, что оно заканчивало вращеніе въ 9 часовъ 50 минутъ, слѣдовательно, на 5 — 6 минутъ быстрѣе планеты. Итакъ, оно неслось по направленію къ востоку съ быстротою 124 метровъ въ секунду. Получается полное согласіе съ данными Шмидта. Мы видимъ, что въ экваторіальномъ поясѣ Юпитера въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ наблюдался большой предметъ, подобный облаку, который вращался гораздо быстрѣе краснаго пятна. Замѣчательно, что еще Кассини въ 1692 году и позднѣе Шретеръ въ 1787 году видѣли въ экваторіальной области Юпитера такія свѣтлыя облака, которыя дѣлали оборотъ вокругъ оси планеты въ 9 час. 50 мин. или въ 9 часовъ 51 минуту. Вспомнимъ, что наблюденія надъ темными пятнами, расположенными въ болѣе высокихъ широтахъ, даютъ нѣсколько иной періодъ вращенія; 9 часовъ 55½ мин. Лозе обращаетъ особое вниманіе на это обстоятельство и указываетъ, что первая величина, полученная изъ наблюденій надъ экваторіальными облаками, быть можетъ, точнѣе соотвѣтствуетъ истинной продолжительности вращенія Юпитера. Чтобы лучше разобраться въ этомъ вопросѣ, важно знать, случайно ли красное пятно покрыто бѣлыми облаками, или, дѣйствительно, оно лежитъ на большей глубинѣ. Наблюденій, относящихся къ этому вопросу, крайне мало. Мнѣ извѣстно только наблюденіе Юнга, сдѣланное съ помощью большого рефрактора въ Принстонѣ: красный цвѣтъ пятна былъ замѣтенъ только на краю его; средина же, напротивъ, казалась свѣтлою, какъ будто ее покрывало бѣлое облако. Въ другомъ случаѣ опытный наблюдатель, разсматривавшій Юпитера въ превосходный пятидюймовый рефракторъ, ясно видѣлъ, какъ бѣлое облако покрывало въ одномъ мѣстѣ красновато-коричневую полосу южнаго полушарія, какъ бы внѣдряясь въ нее.



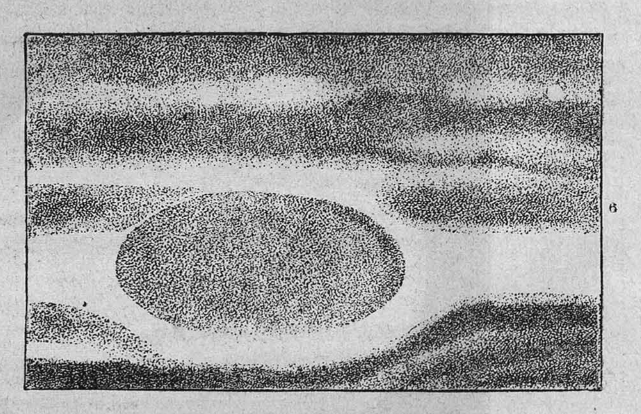
151. **Красное пятно.**
Наблюденіе Юнга въ 1886 году.

Слѣдовательно, свѣтлыя облака расположены выше, чѣмъ полосы и, вѣроятно, выше, чѣмъ красное пятно. Послѣднее, въ свою очередь, лежитъ выше, чѣмъ темныя пятна, которыя иногда виднѣются на облакахъ. Дѣйствительно, 20 іюля 1890 года Стэнли Вильямсъ видѣлъ, что красное облако лежитъ надъ темнымъ пятномъ.

Все это факты очень важные. Ихъ должна принять во вниманіе всякая гипотеза относительно свойствъ поверхности Юпитера. Я допускаю, что бѣлыя экваторіальныя облака плаваютъ въ атмосферѣ Юпитера выше всѣхъ другихъ образованій. Но если такъ, нельзя принимать, что ихъ вращеніе совпадаетъ съ истинной продолжительностью вращенія всей планеты. Скорѣе придется приписать имъ собственное движеніе, которое совершается съ громадною скоростью — больше 100 метровъ въ секунду. Такая скорость показываетъ, что состояніе атмосферы на Юпитерѣ совсѣмъ иное, чѣмъ у насъ на землѣ. Впрочемъ, согласно съ послѣдними сообщеніями О. Іессе, въ высшихъ областяхъ земной атмосферы, на высотѣ 10 миль надъ поверхностью существуютъ воздушныя теченія, которыя обладаютъ такою же и даже еще большею скоростью. Конечно, отсюда нельзя выводить, что состояніе поверхности и даже свойства глубокихъ слоевъ атмосферы на Юпитерѣ тѣ же, какъ на землѣ. Ско-

рѣе можно считать ихъ противоположными. Замѣчательно, что край Юпитера никогда не рисуется съ тою рѣзкостью, какая соотвѣтствуетъ силѣ даннаго инструмента. Мнѣ удалось установить этотъ фактъ, благодаря многочисленнымъ наблюденіямъ. Онъ былъ подтвержденъ затѣмъ наблюденіями Ранъяра: слѣдя за покрытіями спутниковъ Юпитера, этотъ ученый нашелъ, что край Юпитера никогда не рисуется отчетливо, что онъ отчасти прозраченъ, и вдоль него разсѣяны области, которыя кажутся болѣе темными. Существуетъ много другихъ наблюденій, подтверждающихъ отмѣченный фактъ.

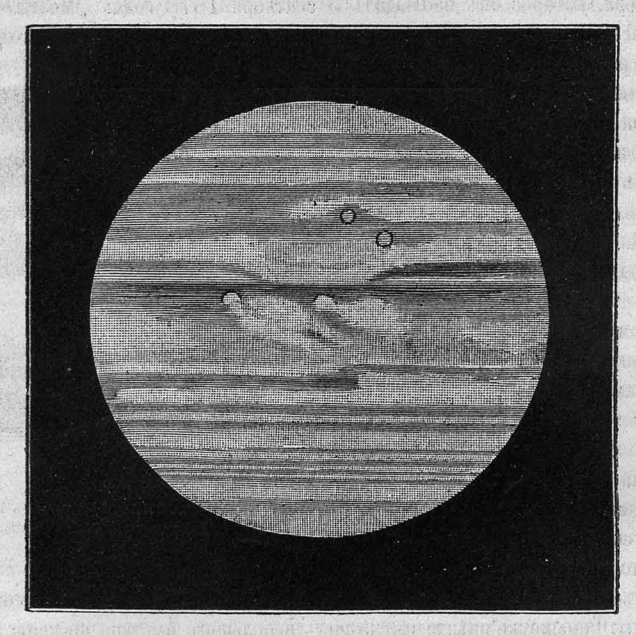
Вотъ, напримѣръ, сообщеніе Тодда относительно затменія самой дальней изъ лунъ Юпитера, которое онъ наблюдалъ 5 сентября 1878 года: „Моментъ исчезновенія былъ замѣченъ съ точностью, но прежде чѣмъ скрыться окончательно, спутникъ много разъ становился невидимымъ“. 14 сентября 1879 года Турнеръ наблюдалъ, какъ дискъ Юпитера покрылъ звѣзду № 64-й въ созвѣздіи Водолея. Свои наблюденія онъ описываетъ слѣдующимъ образомъ: „Въ моментъ прикосновенія звѣзда исчезла не сразу. Казалось, что звѣзда обладаетъ видимымъ дискомъ, на который постепенно надвигался край Юпитера. Скоро видна была только половина звѣзды; постепенно она исчезла окончательно. Это случилось въ 10 часовъ 47 мин. 47,6 секунды. Раньше же звѣзда имѣла видъ небольшого выступа на краю, и выступъ этотъ становился все меньше и меньше, пока не исчезъ совершенно. Время перваго прикосновенія не отмѣчено; но я полагаю, что промежутокъ между прикосновеніемъ и исчезновеніемъ равнялся, приблизительно, 35 секундамъ; во всякомъ случаѣ, онъ былъ не менѣе, скорѣе—больше. Въ теченіе 10 минутъ послѣ исчезновенія можно было видѣть звѣзду сквозь атмосферу Юпитера; она походила на свѣтлое пятно, которое разсматриваютъ чрезъ матовое стекло. Постепенно и это пятно исчезло. Въ 12 часовъ 34 минуты 47 секундъ я могъ отчетливо различить небольшой выступъ на томъ мѣстѣ диска, гдѣ можно было ждать появленія звѣзды. Этотъ выступъ равнялся половинѣ того дискообразнаго пятна, какимъ казалась звѣзда при своемъ исчезновеніи. Планета была тогда покрыта облаками, и въ 12 часовъ 37 минутъ 55 секундъ можно было отчетливо видѣть, что звѣзда совсѣмъ отдѣлилась отъ Юпитера. Маленькій выступъ, который я наблюдалъ за три минуты до этого момента, представлялъ, слѣдовательно, новое появленіе звѣзды“. Это покрытіе звѣзды наблюдалось также Эллери. Онъ пишетъ: „Звѣзда, повидимому, коснулась края планеты; въ этомъ поло-



152. **Красное пятно**.
Рисунокъ сдѣланъ Килеромъ 5 сент. 1889 г. съ помощью рефрактора Лика. Увеличеніе въ 630 разъ.

женіи можно было видѣть ее, приблизительно, въ теченіе двухъ минутъ. Она выдавалась надъ краемъ планеты и казалась пятномъ. Можно было подумать, что приходится разсматривать ее чрезъ туманъ или паръ. Затѣмъ она исчезла. Но на ея мѣстѣ, на краю планеты еще виднѣлся выступъ, который казался частью самой планеты и не обнаруживалъ никакихъ признаковъ собственнаго звѣзднаго свѣта. Наконецъ, пропалъ и онъ, и тогда планетный дискъ принялъ рѣзкія очертанія".

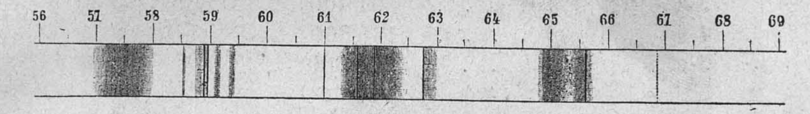
Къ какому выводу приводятъ эти и подобныя наблюденія? Къ тому, что видимый намъ край Юпитера состоитъ изъ матеріи, которую можно сравнить съ плотными массами облаковъ. Имѣется ли подъ ними твердое ядро, мы не можемъ судить



153. **Видъ Юпитера 31 дек. 1884 года.**

объ этомъ. Во всякомъ случаѣ, спектроскопическія изслѣдованія показываютъ, что Юпитеръ окруженъ плотною атмосферою, такъ какъ темныя линіи поглощенія представляются усиленными и очень широкими. Существованіе водяныхъ паровъ въ этой атмосферѣ нужно считать крайне вѣроятнымъ. При этомъ, по фотометрическимъ измѣреніямъ, Юпитеръ излучаетъ слишкомъ много свѣта, какъ будто вся поверхность его состоитъ изъ совершенно бѣлой бумаги. Целльнеръ первый вывелъ отсюда заключеніе, что Юпитеръ обладаетъ собственнымъ свѣтомъ. Этотъ выводъ все полнѣе и полнѣе подтверждается новѣйшими наблюденіями. Лозе также держится мнѣнія, что въ этой планетѣ скрыты громадныя количества теплоты. На ней всего удобнѣе изучать ту фазу развитія міровыхъ тѣлъ, которая приходится между періодомъ охлажденія, въ какомъ находится земля, и періодомъ самосвѣтящагося тѣла, подобнаго солнцу. Только Юпитеръ гораздо ближе къ стадіи земли, чѣмъ къ стадіи солнца.

Профессоръ Гугъ въ Чикаго, который въ теченіе многихъ лѣтъ изучалъ Юпитера съ помощью большого телескопа, указываетъ, что физическія свойства Юпитера до сихъ поръ не выяснены, что это—тайна для насъ. Всетаки онъ полагаетъ, что изученныя явленія лучше всего объясняются слѣдующей гипотезой. Поверхность планеты покрыта жидкою, раскаленною почти добѣла массою. Полосы, большое красное пятно и другія темныя пятна состоятъ изъ вещества болѣе низкой температуры. Яйцеобразныя полярныя бѣлыя пятна это — отверстія въ полужидкой корѣ. Эта гипотеза могла бы дать отчетъ въ медленныхъ и постепенныхъ измѣненіяхъ, какія происходятъ на поверхности и какія кажутся несовмѣстимыми съ простой атмосферной теоріей. Надъ жидкой поверхностью простирается атмосфера, въ которой образуются экваторіальныя бѣлыя пятна; ихъ нужно считать облаками. Какимъ же образомъ произошло большое красное облако? Вѣроятно, ему дало начало мощное изверженіе, во время котораго изъ нѣдръ планеты были выброшены въ атмосферу раскаленныя массы. Первоначально онѣ обладали высшею степенью жара и находились въ парообразномъ состояніи. Затѣмъ охладились до краснаго каленія и, вслѣдствіе своего удѣльнаго вѣса, опустились въ глубокія области атмосферы. Бѣлыя облака,



154. **Спектръ Юпитера.**
По Фогелю.

которыя висятъ преимущественно надъ экваторіальнымъ поясомъ планеты, соотвѣтствуютъ массамъ болѣе легкихъ газовъ и паровъ. Выброшенныя въ болѣе высокія области атмосферы, эти массы циркулируютъ тамъ съ большею скоростью. Эти бѣлыя яйцеобразныя облака появляются преимущественно въ опредѣленные годы. Быть можетъ, этотъ фактъ указываетъ на періодическую дѣятельность коры. Во всякомъ случаѣ, на поверхности Юпитера господствуютъ состоянія, которыя сильно отличаются отъ земныхъ условій. Поэтому считать Юпитера жилищемъ созданій, подобныхъ людямъ, это значило бы пренебрегать самыми точными данными науки.

Прошли милліоны лѣтъ съ тѣхъ поръ, какъ возникло это исполинское тѣло, и до сихъ поръ на немъ нѣтъ органической жизни. Между тѣмъ болѣе юная земля давно уже населена живыми существами и высшее изъ нихъ, человѣкъ, успѣло достигнуть той степени развитія, которая позволяетъ ему изслѣдовать прошлое и будущее мірового организма.

Въ то время, какъ земля обладаетъ однимъ только спутникомъ, вокругъ громаднаго Юпитера кружатся пять лунъ. Вообще, планеты, далекія отъ солнца, богаты спутниками. Мы не будемъ удивляться этому обстоятельству, если вспомнимъ исторію развитія планетнаго міра.

Представимъ газообразные шары, изъ которыхъ въ теченіе многихъ милліоновъ вѣковъ образовались верхнія планеты: Юпитеръ, Сатурнъ, Уранъ и Нептунъ. Съ самаго начала они были гораздо крупнѣе шаровъ, которые дали начало внутреннимъ планетамъ: Меркурію, Венерѣ, Землѣ и Марсу. Вспомнимъ затѣмъ, что

первые шары обладали большею степенью жара; расширеніе газовъ въ нихъ было значительнѣе и плотность меньше. Между тѣмъ шары, изъ которыхъ произошли внутреннія планеты, Меркурій, Венера, Земля и Марсъ, должны были представлять гораздо большую степень охлажденія и концентраціи вещества.

Какіе же изъ этихъ шаровъ должны были легче и чаще отдѣлять отъ себя кольца? Конечно, первые, изъ которыхъ развились верхнія планеты. Вотъ почему обиліе спутниковъ у верхнихъ планетъ не должно удивлять насъ: этотъ фактъ неизбѣжно вытекаетъ изъ Лапласовской теоріи относительно происхожденія солнечнаго міра: можно даже разсматривать его, какъ непрямое доказательство въ пользу этой теоріи.

Изъ пяти лунъ Юпитера четыре отдѣлены отъ него большими разстояніями, чѣмъ луна отъ земли:

	Разстояніе отъ центра планеты въ миляхъ.
1-й спутникъ.	24 000 миль.
2-й „	57 500 „
3-й „	91 400 „
4-й „	145 800 „
5-й „	256 500 „

Такъ какъ масса Юпитера очень велика, эти спутники совершаютъ свой путь вокругъ планеты скорѣе, чѣмъ наша луна. Вотъ времена ихъ обращеній:

	Время обращенія.
1-й спутникъ	11 час. 57 мин. 23,06 сек.
2-й „	1 день 18 „ 27 „ 33,5 „
3-й „ . . .	3 дня 13 „ 13 „ 42 „
4-й „	7 дней 3 „ 42 „ 33,4 „
5-й „	16 дней 16 „ 32 „ 11,3 „

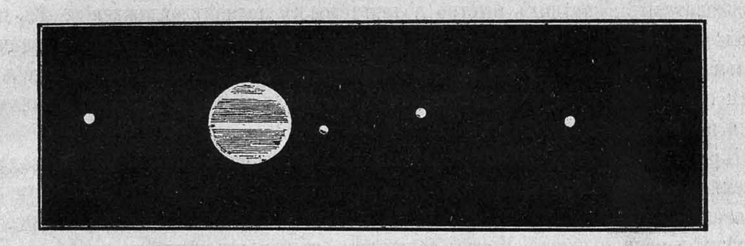
Юпитеръ со своими спутниками представляетъ изображеніе солнечной системы въ маломъ видѣ; всѣ движенія, какія наблюдаются въ планетной системѣ, отражаются въ движеніяхъ и возмущеніяхъ спутниковъ Юпитера. Когда Галилей открылъ малый міръ Юпитера, это обстоятельство много способствовало распространенію того міровоззрѣнія, которое защищалъ Коперникъ. Наблюдатели видѣли въ глубинахъ небеснаго пространства центральное міровое тѣло, окруженное нѣсколькими спутниками, разбросанными на различныхъ разстояніяхъ; слѣдовательно, теперь они могли тѣлесными очами созерцать ту картину, которая рисовалась воображенію Коперника.

Наблюденія доставили намъ массу цѣнныхъ данныхъ относительно спутниковъ Юпитера. Благодаря этому, сдѣлались яснѣе: съ одной стороны—отношенія ихъ къ центральному тѣлу, съ другой—ихъ индивидуальныя особенности.

Ближайшій спутникъ открытъ Барнардомъ только 2 сентября 1892 года.

Діаметръ второго спутника равенъ 500 милямъ. Слѣдовательно, онъ больше діаметра луны—на 1/11. Масса этого спутника, по изслѣдованіямъ Лапласа, состав-

ляетъ $^1/_{57700}$ массы Юпитера. Но Юпитеръ въ 308 разъ тяжелѣе земли. Поэтому вторая луна его въ 190 разъ легче земли. Наша же луна только въ 80 разъ легче земли. Ясно, что масса второй луны Юпитера такъ относится къ массѣ земной луны, какъ 80 : 190, или какъ 1 : $2^3/_8$. Несмотря на значительные размѣры, вторая луна Юпитера оказывается гораздо легче земной луны. Чѣмъ объяснить это? Конечно, малою плотностью. Плотность второго спутника Юпитера составляетъ $^1/_5$ средней плотности земли, слѣдовательно, близко подходитъ къ плотности чистой воды. Вспомнимъ, что она возростаетъ съ приближеніемъ къ центру спутника. Ясно, что на его поверхности не можетъ быть твердыхъ веществъ такого удѣльнаго вѣса, какъ вода; не можетъ быть даже капельно-жидкой воды. Совершенно къ тому же выводу пришли мы относительно самого Юпитера. Но тамъ легко было указать причину: поверхность Юпитера до сихъ поръ не охладилась именно потому, что масса планеты громадна. Къ спутникамъ Юпитера это заключеніе непримѣнимо. Масса ихъ сравнительно мала. Поэтому какъ охладилась земля, такъ могли охладиться и спутники



155. **Юпитеръ и 4 спутника, открытые Галилеемъ.**

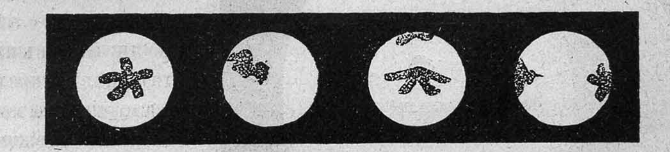
Юпитера. Но разъ мы допустимъ это, какъ объяснить ослѣпительный блескъ второго спутника? Придется предположить, что твердое ядро спутника окутано сплошнымъ, мощнымъ слоемъ облаковъ. Достаточно ли этого? Чтобы рѣшить вопросъ о современномъ состояніи второго спутника, необходимы точныя опытныя данныя. Я могу указать только на спектроскопическія наблюденія Фогеля. Изъ нихъ слѣдуетъ, что полосы поглощенія, характерныя для спектра Юпитера, находятся и въ спектрѣ его лунъ. Можно сдѣлать заключеніе, что второй спутникъ Юпитера обладаетъ той же степенью жара, какъ сама планета. Какое слѣдствіе вытекаетъ изъ этого предположенія?—То, что происхожденіе даннаго спутника (а, можетъ быть, и остальныхъ)—событіе недавняго прошлаго. Современная планетная система, вѣроятно, уже существовала, когда луны Юпитера получили видъ шарообразныхъ самостоятельныхъ тѣлъ. Наша земная луна въ ту эпоху не только существовала, но, быть можетъ, была близка къ охлажденію. Иначе трудно понять, почему она давно охладилась, хотя объемъ ея почти равенъ объему второго спутника Юпитера. Если бъ мы взглянули на Юпитера въ ту далекую эпоху, когда на землѣ отлагались силурійскіе или кэмбрійскіе пласты, по всей вѣроятности, мы увидѣли бы около него кольцо. Многимъ это заключеніе покажется слишкомъ смѣлымъ. Въ такомъ случаѣ напомню, что подобное кольцо мы видимъ и въ настоящее время: я имѣю въ виду систему Сатурна.

Уже Кассини старшій обратилъ вниманіе, что луны Юпитера, въ томъ числѣ и вторая, обнаруживаютъ различныя степени блеска, сообразно съ положеніемъ, какое занимаютъ на орбитѣ. Гершель старшій постарался развить эту мысль. Онъ начертилъ орбиты спутниковъ Юпитера и отмѣтилъ на нихъ тѣ мѣста, гдѣ спутники обладали наибольшимъ или наименьшимъ блескомъ. Такимъ образомъ, онъ выяснилъ, что второй спутникъ Юпитера блеститъ всего сильнѣе, когда находится между точкой „соединенія“ и точкой наибольшаго удаленія къ востоку. Легко объяснить этотъ фактъ, если предположить, что данный спутникъ въ извѣстныхъ частяхъ своей поверхности покрытъ твердою шлакообразною корою и что онъ совершаетъ оборотъ около оси въ то самое время, въ какое заканчиваетъ полетъ вокругъ Юпитера. При такихъ условіяхъ онъ долженъ періодически обращать къ намъ то свѣтлую, то темную сторону, и время наибольшаго блеска должно совпадать съ опредѣленнымъ положеніемъ на орбитѣ. Любопытно было бы произвести новыя наблюденія и выяснить, соотвѣтствуютъ ли данныя Гершеля современному положенію вещей. Въ этомъ случаѣ можно было бы заключить, что массы шлаковъ достигли значительной твердости и, слѣдовательно, спутникъ быстро подвигается къ полному охлажденію. Въ шестидесятыхъ годахъ изслѣдованіями относительно яркости лунъ Юпитера занимался Энгельманъ. Онъ нашелъ, что способность отраженія у нихъ постоянно измѣняется; но эти отклоненія такъ неправильны, что, по крайней мѣрѣ, для внутреннихъ лунъ нельзя подмѣтить періодичности.

Третій спутникъ Юпитера по своимъ размѣрамъ очень близко подходитъ къ земной лунѣ; но его средняя плотность составляетъ только $^2/_5$ плотности земли. Слѣдовательно, она вдвое больше, чѣмъ у второго спутника Юпитера и втрое меньше, чѣмъ у земной луны. Можно допустить, что этотъ спутникъ, приблизительно, вдвое плотнѣе воды. Когда его разсматриваютъ въ телескопъ, онъ представляется звѣздою съ голубовато-бѣлымъ свѣтомъ. Гершель нашелъ у него періодическія измѣненія свѣта: время наибольшей яркости совпадаетъ у него съ тѣмъ же положеніемъ на орбитѣ, какъ у второго спутника. Но эти измѣненія силы свѣта у него еще менѣе замѣтны, чѣмъ у второго спутника.

Самая большая и самая яркая изъ всѣхъ лунъ Юпитера это — четвертая. Ея діаметръ равенъ 746 милямъ; ея масса—$^9/_{10000}$ массы Юпитера, ея средняя плотность—$^3/_{10}$ плотности земли, слѣдовательно, въ $1^4/_5$ раза больше плотности воды. Цвѣтъ ея желтоватый, какъ у Юпитера; но иногда я видѣлъ ее красноватою. Особенно замѣтныхъ измѣненій яркости она не обнаруживаетъ. Гершель говоритъ, что видѣлъ ихъ, но его наблюденія не были достаточно точными и не были подтверждены, когда тотъ же вопросъ былъ изслѣдованъ Энгельманомъ. Любопытное указаніе относительно этой луны сдѣлано Секки. Онъ наблюдалъ ее въ большой телескопъ при увеличеніи въ 1 000 разъ; ему благопріятствовало необыкновенно чистое небо Рима. При этихъ условіяхъ четвертый спутникъ Юпитера казался въ телескопъ такимъ же большимъ, какъ земная луна, когда ее разсматриваютъ невооруженными глазами. И вотъ Секки нашелъ, что онъ представляетъ сплюснутость, равную $^2/_5$. Если признать наблюденіе точнымъ, это—фактъ поразительный: во всей солнечной системѣ нельзя указать аналогичнаго примѣра, такъ какъ сплюснутость планетъ Сатурна и Урана, которая считалась наибольшею, не достигаетъ $^1/_{10}$. Но разъ мы припишемъ четвертому спутнику Юпитера ту степень сплюснутости, на какую ука-

зываютъ наблюденія Секки, можно считать очень вѣроятнымъ, что этотъ спутникъ обладаетъ также быстрымъ вращеніемъ около оси. Иначе — чѣмъ объяснить такую сильную сплюснутость? Дѣйствительно, Секки удалось подмѣтить пятна на дискѣ данной луны; слѣдя за ихъ движеніями, онъ пришелъ къ выводу, что скорость вращенія у этой луны гораздо больше той скорости, какою обыкновенно обладаютъ луны; при этомъ время вращенія совпадаетъ со временемъ обращенія. Сначала кажется, что этими данными подтверждается большая сплюснутость; но это невѣрно. Сплюснутость небеснаго тѣла можно вычислить теоретически: для этого нужно знать его величину, массу и время вращенія; приходится также сдѣлать предположеніе, что плотность его однородна. Послѣднее предположеніе, конечно, не соотвѣтствуетъ дѣйствительности, потому что внутри небеснаго тѣла плотность можетъ измѣняться. Но всетаки при быстромъ вращеніи и сильной сплюснутости вычисленіе приводитъ къ результатамъ, которые лишь немного отклоняются отъ истины. Если-бъ мы произвели такое вычисленіе относительно Юпитера, мы вывели бы для него сплюснутость въ $^1/_{10}$; въ дѣйствительности она немного меньше. Обратно: когда извѣстна сплюснутость, по ней можно вычислить продолжительность вращенія. Если мы произведемъ

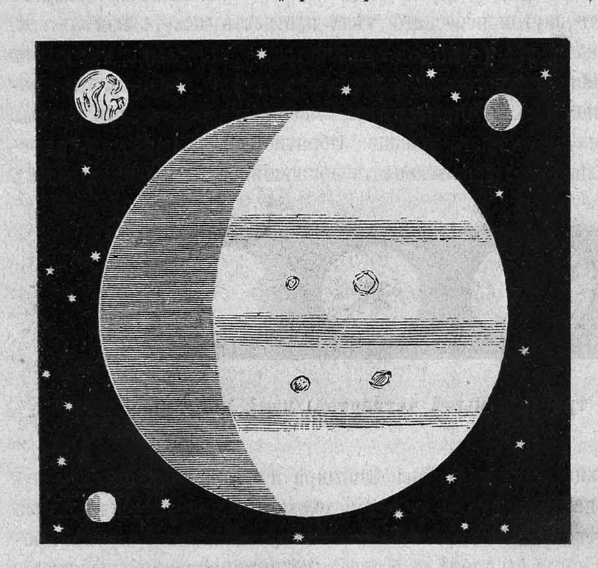


156 **Пятна на третьей (нынѣ четвертой) лунѣ Юпитера.**

такое вычисленіе относительно четвертой луны Юпитера и припишемъ ей сплюснутость, указанную Секки, мы найдемъ, что ея вращеніе должно заканчиваться въ 2 часа 30 минутъ. Это — результатъ приблизительный; всетаки ни въ какомъ случаѣ продолжительность вращенія не могла бы дойти до 5 часовъ. Вычисленная продолжительность вращенія оказывается слишкомъ малою, и наблюденія Секки совсѣмъ не подтверждаютъ ее. Остается предположить, что величина сплюснутости, данная Секки, не соотвѣтствуетъ дѣйствительности, или же, что наблюденія надъ пятнами, изъ которыхъ вывели продолжительность вращенія, были ошибочны, что настоящія пятна, принадлежащія поверхности четвертаго спутника, вращаются гораздо быстрѣе.

Пятый спутникъ Юпитера по своимъ размѣрамъ уступаетъ только четвертому. Его діаметръ равенъ 639 милямъ. Его масса, по Лапласу, составляетъ $^1/_{23000}$ массы Юпитера. Его плотность равна $^1/_4$ плотности земли и почти въ $1^1/_2$ раза больше плотности чистой воды. Яркость этой луны не такъ значительна, какъ можно было бы ждать, судя по ея величинѣ. Иногда она представляется самою блѣдною изо всѣхъ лунъ Юпитера. Въ другое время, по моимъ наблюденіямъ, она превосходила своимъ блескомъ всѣ остальныя луны. Цвѣтъ ея сѣровато-бѣлый. Гершель утверждаетъ, что иногда онъ наблюдалъ у этой луны красноватое мерцаніе. 21 и 24 марта 1871 года Фогель изслѣдовалъ спектръ этой луны. Онъ оказался крайне слабымъ и начинался только съ линіи D; слѣдовательно, красной части спектра не было замѣтно. Фіолетоваго конца также не доставало; видна была только средняя часть спектра, помѣ-

щенная между линіями F и G. Спектръ пятаго спутника состоитъ только изъ желтой, зеленой и свѣтло-голубой части нормальнаго солнечнаго спектра. Другими словами: этотъ спутникъ отражаетъ въ замѣтномъ количествѣ только желтые, зеленые и голубые лучи, остальные же поглощаются имъ. Значитъ, истинный цвѣтъ этой луны— бѣлый съ голубовато-зеленымъ оттѣнкомъ. Поглощеніе красныхъ и фіолетовыхъ лучей солнечнаго свѣта указываетъ на существованіе значительной атмосферы. Это заключеніе подтверждается тѣмъ обстоятельствомъ, что среди видимой части спектра замѣтны темныя полосы (полосы поглощенія), которыя въ солнечномъ спектрѣ являются болѣе слабыми. Вѣроятно, эта луна состоитъ изъ небольшого твердаго ядра и высокой плотной атмосферы. При наблюденіяхъ мы видимъ не ядро, а только внѣшнюю границу парообразной атмосферы. Если бъ эта оболочка была чисто газообразной, она не могла бы представлять внѣшней опредѣленной границы, такъ какъ газообразная атмосфера простирается въ пространство на неопредѣленное разстояніе, причемъ плотность и давленіе постепенно уменьшаются. Но этого нельзя сказать о водяныхъ парахъ, потому что водяной паръ не газъ, а состоитъ изъ мелкихъ капелекъ воды.



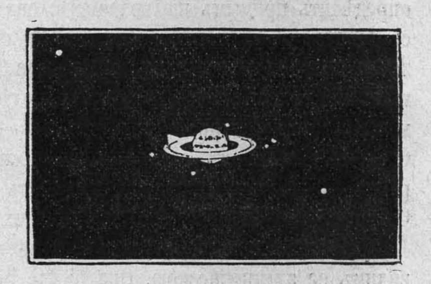
157. **Видъ неба съ одного изъ спутниковъ Юпитера.**

Въ спутникахъ Юпитера иногда видѣли примѣръ системы, выполненной по мудрому плану: такъ какъ Юпитеру достается сравнительно мало солнечнаго свѣта ему дано пять лунъ, и ночи исполинской планеты постоянно освѣщены лучами его лунъ. Нѣтъ ничего легче, какъ показать неосновательность такого заключенія. Прежде всего нужно помнить, что ночи Юпитера очень коротки и только за 87° сѣверной или южной широты достигаютъ продолжительности 10 часовъ и болѣе. Затѣмъ пять лунъ Юпитера освѣщаютъ его поверхность очень плохо. Четыре ближайшихъ спутника никогда не обращаютъ къ Юпитеру вполнѣ освѣщеннаго диска, никогда не достигаютъ фазы полнолунія: когда должна наступить эта фаза, спутникъ входитъ въ тѣнь, отброшенную громадною планетою, и подвергается затменію. Во время другихъ фазъ эти луны также даютъ планетѣ очень мало свѣта. Самою яркою является вторая луна; она освѣщаетъ планету только въ теченіе $^1/_6$ того періода, какой нуженъ ей для обращенія вокругъ планеты. Этого мало: если сравнить ея свѣтъ со свѣтомъ земной луны, онъ окажется въ 33 раза слабѣе. Остальныя луны кажутся еще блѣднѣе второй: если свѣтъ второй луны означимъ чрезъ 1, свѣтъ третьей луны составитъ

только $^{4}/_{10}$, свѣтъ четвертой—меньше $^{1}/_{6}$, свѣтъ пятой—меньше $^{1}/_{20}$. Отсюда видно, что ночи Юпитера освѣщаются очень плохо. И если бъ на немъ оказались существа, подобныя людямъ, имъ пришлось бы проводить свои ночи среди мрака, или же пользоваться искусственнымъ свѣтомъ.

Мы достигли теперь планеты **Сатурна**. Свой полетъ вокругъ солнца онъ заканчиваетъ въ 29 лѣтъ 174 дня. Поэтому греки называли его „медлительной" планетой. Среднее разстояніе его отъ солнца—190 милліоновъ миль, наибольшее—203, наименьшее — 181 милліонъ. Разстояніе отъ земли измѣняется между 220 и 159 милліонами миль. Сила солнечнаго свѣта и теплоты составляетъ при наименьшемъ удаленіи Сатурна $^{6}/_{500}$, при наибольшемъ — $^{5}/_{500}$ той силы, съ какой освѣщается и согрѣвается земля.

По величинѣ и массѣ Сатурнъ уступаетъ только Юпитеру. Его экваторіальный діаметръ равенъ 15 900 географическимъ милямъ, его полярный діаметръ—только 14 300 милямъ; его сплюснутость—$^{1}/_{10,2}$. По объему Сатурнъ превосходитъ землю въ 725 разъ, по массѣ—только въ 92 раза. Средняя плотность Сатурна въ 8 разъ меньше земной, слѣдовательно, составляетъ только $^{3}/_{4}$ плотности воды. Ни у одной планеты мы не встрѣчаемъ меньшей плотности. Это фактъ крайне любопытный и характерный для индивидуальной природы Сатурна.


154. **Сатурнъ и его спутники.**

Если пользоваться сильнымъ телескопомъ, можно разсмотрѣть на дискѣ Сатурна много сѣрыхъ полосъ: онѣ идутъ параллельно экватору, охватываютъ весь шаръ планеты и обнаруживаютъ перерывы и новообразованія. На нихъ видны темныя пятна и узловатыя уплотненія. Эти образованія позволили Вильяму Гершелю опредѣлить продолжительность вращенія Сатурна. По его мнѣнію, она равна 10 часамъ 29 минутамъ 17 секундамъ. Значитъ, общая продолжительность дня и ночи на Сатурнѣ нѣсколько больше, чѣмъ на Юпитерѣ.

Зимою 1876—1877 года на Сатурнѣ показалось бѣлое облако. Слѣдя за нимъ, профессоръ Холль въ Вашингтонѣ опредѣлилъ продолжительность вращенія планеты въ 10 часовъ 14 минутъ 24 секунды.

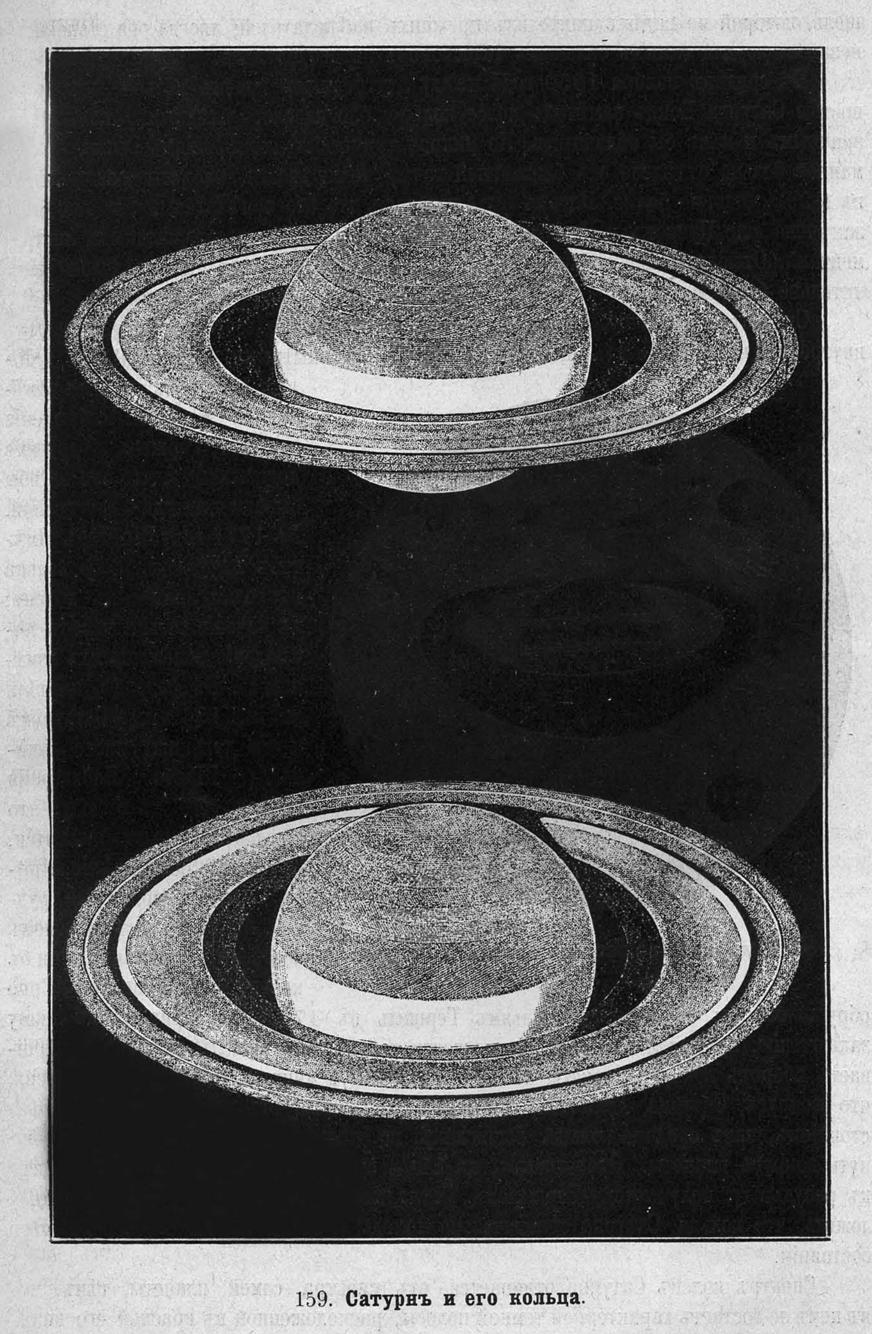
Существованіе атмосферы на Сатурнѣ само по себѣ очень правдоподобно; но можно привести прямое доказательство. Полосы и пятна, покрывающія поверхность Сатурна, никогда не удается прослѣдить до самаго края планеты. Согласно съ принципами фотометріи, отсюда можно вывести, что планета окружена атмосферою. Къ тому же заключенію приводятъ данныя спектроскопическихъ изслѣдованій. Въ этомъ отношеніи Сатурномъ много занимался Секки. Въ красной части его спектра онъ нашелъ рѣзкую, совершенно черную полосу. Наружная граница красной части спектра казалась смутной, и можно было различить слѣды другой полосы. Между красною и желтою частями спектра виднѣлась черная линія, которая напоминаетъ линію D въ солнечномъ спектрѣ. Затѣмъ можно было разсмотрѣть Фраунгоферовы линіи E, b, F. Фогель также находитъ, что спектръ Сатурна отличается отъ сол-

нечнаго; напротивъ, онъ представляетъ большое сходство со спектромъ Юпитера. Секки установилъ, что большая черная полоса въ красной части спектра принадлежитъ только Сатурну; это—полоса поглощенія, которая указываетъ на обширную и плотную атмосферу. Навѣрное, въ спектрѣ Сатурна существуетъ множество другихъ линій поглощенія; но онѣ—тоньше, и мы увидѣли бы ихъ, если-бъ удалось увеличить силу и точность нашихъ инструментовъ.

Мы видимъ, что плотность Сатурна необыкновенно мала; температура, вѣроятно, до сихъ поръ остается очень высокой. Вокругъ него движутся 8 лунъ. Съ этими особенностями связано еще одно обстоятельство: мы встрѣчаемъ около Сатурна образованіе, которое напоминаетъ о первомъ періодѣ въ развитіи солнечной системы: это—кольца, которыя окружаютъ планету концентрически. Хотя всѣ планеты, сопровождаемыя теперь спутниками, обладали въ первобытную эпоху кольцами, одинъ только Сатурнъ сохранилъ ихъ до настоящаго времени. Наибольшій діаметръ этихъ колецъ равенъ 36 870 милямъ; діаметръ внутренняго края—24 520 милямъ; слѣдовательно, ширина этой системы колецъ—6 175 миль. Толщину ея не удалось опредѣлить прямымъ наблюденіемъ: она слишкомъ мала, и вся эта система колецъ становится незамѣтною, когда солнце стоитъ прямо надъ ея краемъ, или когда земля находится въ плоскости кольца. Благодаря значительному числу очень точныхъ наблюденій, Бессель могъ опредѣлить массу колецъ: она составляетъ $^1/_{118}$ массы самого Сатурна. Допустимъ, что средняя плотность колецъ равна плотности Сатурна. Въ такомъ случаѣ можно вычислить толщину колецъ: оказывается, она равна 30 милямъ. Вѣроятно, плотность колецъ нѣсколько меньше средней плотности Сатурна. Въ такомъ случаѣ толщина ихъ больше 30 миль.

Система колецъ Сатурна никогда не кажется намъ круглою; обыкновенно мы видимъ ее эллиптическою. Она имѣла бы видъ круга, если бъ плоскость колецъ была перпендикулярна къ плоскости эклиптики. Въ дѣйствительности, плоскость колецъ Сатурна составляетъ съ плоскостью земной орбиты уголъ въ 28°10′. Видъ колецъ измѣняется, смотря по тому, въ какомъ созвѣздіи стоитъ планета. Когда Сатурнъ находится въ созвѣздіяхъ Тельца и Скорпіона, кольцо кажется наиболѣе широкимъ; оно касается тогда края планетнаго диска въ двухъ точкахъ. Если же Сатурнъ стоитъ въ Водолеѣ или Львѣ, кольцо принимаетъ видъ узкой линіи, которую можно различить только въ очень сильные телескопы.

Когда кольцо было изслѣдовано точнѣе, оказалось, что оно распадается на два концентрическихъ кольца. Между ними находится широкая щель, впервые замѣченная Кассини. Въ ширину она имѣетъ, приблизительно, 180 нѣмецкихъ миль. Съ приближеніемъ къ этой щели внутреннее кольцо становится блѣднѣе; наконецъ, оно начинаетъ походить на сѣрую полосу, лежащую на планетѣ. Этотъ промежутокъ между кольцами остается замѣтнымъ въ теченіе двухъ столѣтій. Нѣкоторые наблюдатели указывали, что имъ удавалось видѣть еще другіе, очень узкіе и слабые промежутки. Въ іюнѣ 1780 года Гершель видѣлъ на западной части кольца извѣстное число тонкихъ дѣленій; но онъ не могъ различить ихъ на другой половинѣ кольца и впослѣдствіи не могъ найти ихъ снова. Черезъ 45 лѣтъ капитанъ Катеръ замѣтилъ извѣстное число промежутковъ на наружной плоскости кольца. 25 апрѣля 1837 года Энке различилъ на плоскости наружнаго кольца узкую

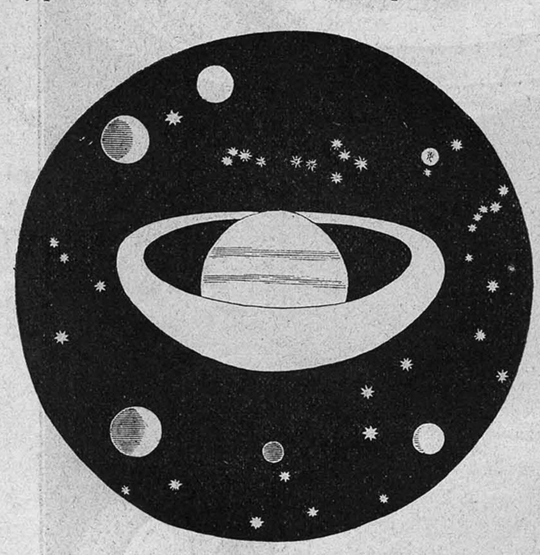


159. **Сатурнъ и его кольца.**

щель, которой не видѣлъ никто изъ прежнихъ наблюдателей; иногда она становится незамѣтною для самыхъ сильныхъ телескоповъ новаго времени.

Въ срединѣ ноября 1850 года между внутреннимъ краемъ кольца и поверхностью Сатурна Бондъ замѣтилъ новое кольцо: оно казалось блѣднымъ, почти прозрачнымъ и какъ бы облачнымъ. По микрометрическимъ измѣреніямъ Секки, это туманное кольцо отдѣлено отъ ближайшей точки поверхности планеты разстояніемъ въ 1 200 миль, не болѣе. Потомъ было доказано, что это замѣчательное кольцо было замѣчено еще Пундомъ и Гадлеемъ, хотя они пользовались несовершенными инструментами. Отсюда можно заключить, что за послѣднія сто лѣтъ оно сдѣлалось значительно блѣднѣе.

Существуетъ мнѣніе, что система колецъ Сатурна подвергается значительнымъ внутреннимъ измѣненіямъ. Оно подтверждается любопытными искривленіями, которыя время отъ времени замѣчаются на ней. Наблюденія Кассини, Гершеля и другихъ показываютъ, что эти изгибы бываютъ иногда очень велики. Въ 1774 году Шрётеръ замѣтилъ на узкомъ краю кольца нѣсколько свѣтлыхъ точекъ; въ теченіе восьми часовъ наблюденія положеніе ихъ измѣнилось. Въ февралѣ, мартѣ и апрѣлѣ 1862 года Сатурномъ и его кольцами много занимался Швабе. Наблюденія привели его къ выводу, что кольца Сатурна не вращаются. Таково же было мнѣніе Шрётера. Это предположеніе трудно примирить съ закономъ всеобщаго тяготѣнія: если бъ кольцо не вращалось, оно обрушилось бы на планету. Вильямъ Гершель въ 1790 году пришелъ къ иному заключенію: наблюдая выступы на плоскости кольца, онъ нашелъ, что оно заканчиваетъ оборотъ вокругъ планеты въ 10 часовъ $32^1/_2$ минуты. Предположимъ теперь, что вокругъ Сатурна движется спутникъ, отдѣленный отъ планеты тѣмъ же разстояніемъ, какъ средина кольца. Вычислимъ, во сколько времени совершалъ бы онъ путь вокругъ планеты. Оказывается, въ $11^1/_{10}$ часовъ. Это число близко подходитъ къ результату, полученному Гершелемъ. Совпаденіе будетъ еще полнѣе, если предположить, что кольца Сатурна сравнительно молоды и находятся въ огненно-жидкомъ состояніи.

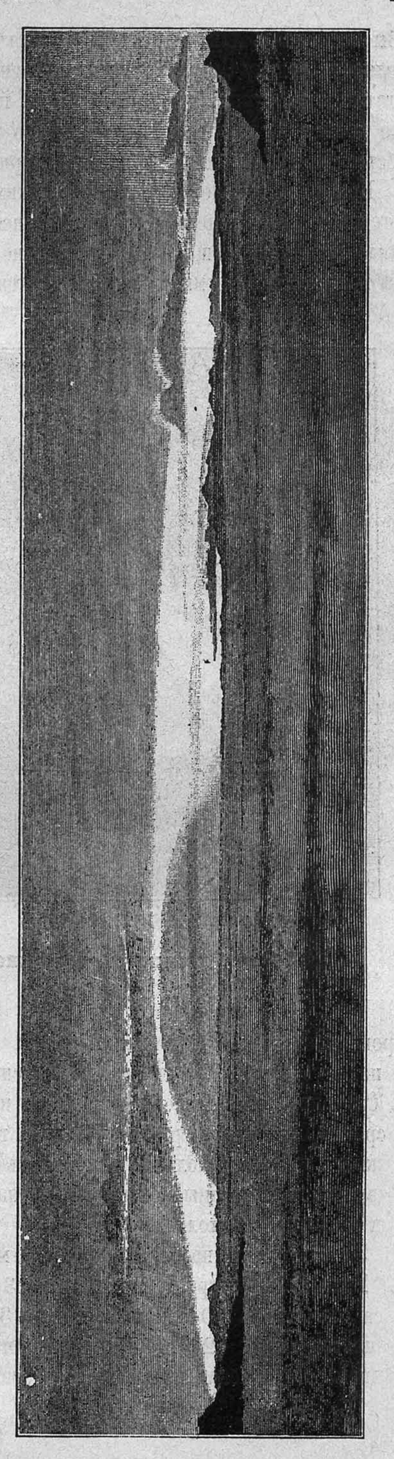


160. **Видъ неба со второго спутника Сатурна.**

Спектръ колецъ Сатурна отличается отъ спектра самой планеты тѣмъ, что въ немъ не достаетъ характерной темной полосы, расположенной въ красной его части. Это выяснилъ еще Фогель, и его результатъ подтвержденъ Килеромъ, который для

своихъ наблюденій пользовался большимъ рефракторомъ обсерваторіи Лика. Къ какому заключенію приводитъ этотъ фактъ? Къ тому, что на поверхности кольца нѣтъ газообразнаго слоя, или-же онъ отличается крайне малой высотой и плотностью. По всей вѣроятности, кольца Сатурна будутъ постепенно охлаждаться, сжиматься и увеличивать быстроту вращенія; наконецъ, они разорвутся и дадутъ начало новой лунѣ.

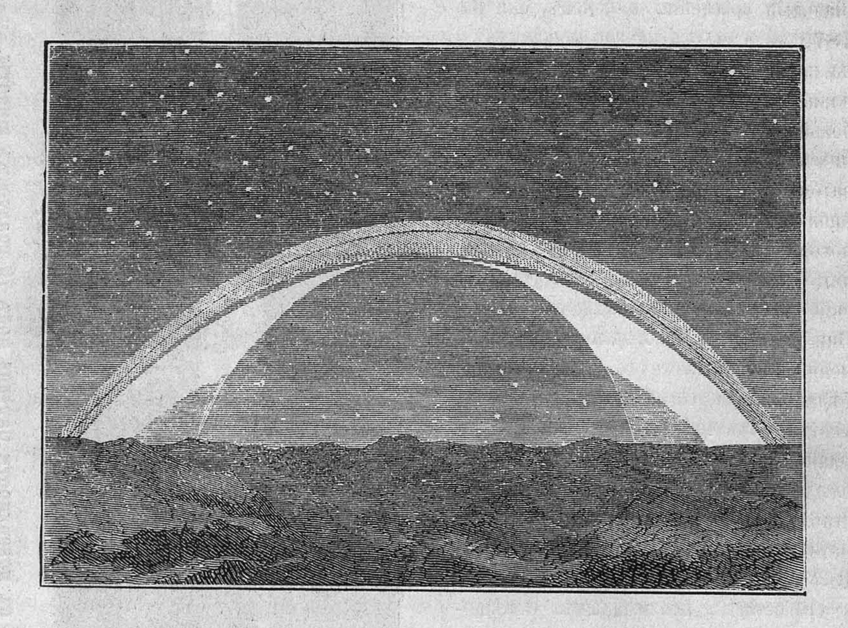
Какой видъ представляетъ кольцо, если смотрѣть на него съ поверхности Сатурна? Вычисленія показываютъ, что въ полярной области Сатурна совсѣмъ не видно внутренняго кольца, во многихъ другихъ мѣстахъ не видно внѣшняго кольца. Помѣстившись на экваторѣ Сатурна, мы могли бы разсмотрѣть только внутренній край кольца и нѣкоторые выступы на боковой поверхности его. Слѣдовательно, тамъ оно кажется очень узкою полосою, которая тянется по небу отъ востока чрезъ зенитъ къ западу, представляя въ нѣкоторыхъ мѣстахъ расширенія. Между экваторомъ и полюсомъ кольцо имѣетъ видъ малаго круга пересѣкающаго небо; положеніе его для даннаго мѣста остается неизмѣннымъ. Освѣщеніе планеты мало выигрываетъ отъ существованія кольца. Свѣтъ его слабъ, притомъ планета можетъ пользоваться имъ лишь въ такое время, когда онъ наименѣе необходимъ: въ короткія лѣтнія ночи. Зимой, напротивъ, кольцо отнимаетъ у Сатурна значительную часть солнечнаго свѣта и производитъ солнечныя затменія, которыя продолжаются въ теченіе многихъ земныхъ лѣтъ. Благодаря существованію кольца, на $23^1/_2{}^0$ широты въ теченіе десяти земныхъ лѣтъ не падаетъ ни одного солнечнаго луча. Поэтому, если кольцо имѣетъ особое назначеніе, оно состоитъ не въ томъ,



161. **Видъ кольца съ поверхности Сатурна подъ 70 градусомъ широты.**

чтобы восполнять для Сатурна недостатокъ солнечнаго свѣта. Оставаясь на землѣ, мы удивляемся кольцу Сатурна, какъ украшенію планетной системы. Но если-бъ мы были обитателями Сатурна, у насъ было бы полное основаніе жалѣть о существованіи этого кольца. Вотъ новое доказательство той истины, что требованія человѣческаго удобства не принимались во вниманіе при устройствѣ планетной системы.

Кольцо также не пользуется никакими выгодами отъ сосѣдства съ Сатурномъ. Въ теченіе лѣта планета отнимаетъ у него значительную часть солнечнаго свѣта. Правда планета освѣщаетъ его зимой, но это освѣщеніе непостоянное. Каждая сторона кольца $14^3/_4$ земныхъ года остается въ полномъ мракѣ; въ это время другая



162. **Видъ кольца съ поверхности Сатурна подъ 28° широты**.

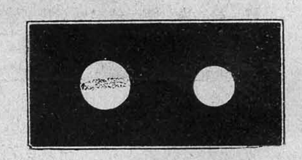
сторона постоянно освѣщена солнцемъ, за исключеніемъ тѣхъ періодовъ, когда на нее падаетъ тѣнь отъ Сатурна. Въ теченіе 14-лѣтней ночи кольцо получаетъ свѣтъ отъ Сатурна. Это освѣщеніе подчинено періоду, который равенъ времени вращенія. Въ срединѣ каждаго періода съ кольца видѣнъ освѣщенный дискъ Сатурна; его пересѣкаетъ тѣнь отъ кольца; она имѣетъ видъ узкой полосы, которая дѣлитъ дискъ на два пояса. Полярныя области Сатурна, гдѣ зимою царитъ постоянная ночь, никогда не видны съ кольца.

За Сатурномъ на разстояніи 385 милліоновъ миль отъ солнца слѣдуетъ планета **Уранъ**. Она открыта Гершелемъ 13-го марта 1781 года. Наибольшее разстояніе ея отъ солнца 404, наименьшее — 368 милліоновъ миль. Разстояніе отъ земли измѣняется между 424 и 348 милліонами миль. Время обращенія Урана—84 года 28 дней. Эта далекая планета слабо освѣщается и нагрѣвается солнцемъ. Если при-

нять силу солнечнаго свѣта на землѣ за 1, Уранъ получаетъ, въ лучшемъ случаѣ, только $^1/_{40}$. Всетаки освѣщеніе Урана въ 1 500 разъ сильнѣе свѣта полнолунія.

Уранъ принадлежитъ ко крупнымъ планетамъ, такъ какъ средній діаметръ его равенъ 7 600 милямъ. По объему онъ превосходитъ землю въ 90 разъ, по массѣ только въ 15 разъ. Средняя плотность его составляетъ $^1/_5$—$^1/_6$ плотности земли. Слѣдовательно, онъ плотнѣе Сатурна, плотность котораго равна $^1/_8$ земной плотности.

Дискъ Урана кажется однообразнымъ и тусклымъ. Нѣсколько лѣтъ назадъ Скіапарелли и Юнгъ различили на немъ нѣсколько тонкихъ полосъ. Только разъ Ласселю удалось съ помощью громаднаго зеркальнаго телескопа разсмотрѣть темный экваторіальный поясъ. Однако Буффамъ увѣряетъ, что въ январѣ 1870 года и въ мартѣ 1872 года, пользуясь девяти-дюймовымъ зеркальнымъ телескопомъ, онъ видѣлъ на планетѣ свѣтлыя пятна. Изъ наблюденій надъ ними онъ вывелъ, что оборотъ планеты продолжается 12 часовъ. Напротивъ, Ньюкомбъ указываетъ, что, пользуясь большимъ Вашингтонскимъ рефракторомъ, онъ никогда не различалъ на дискѣ Урана пятенъ или темныхъ полосъ; планета представлялась ему въ однообразномъ зеленоватомъ свѣтѣ. Малая плотность и нѣкоторыя данныя наблюденій позволяютъ видѣть въ Уранѣ планету, которая до сихъ поръ не охладилась и обладаетъ даже слабымъ собственнымъ свѣтомъ. Фотометрическія изысканія вполнѣ подтверждаютъ эту мысль. Они показываютъ, что Уранъ отражаетъ $^3/_5$ полученныхъ свѣтовыхъ лучей, почти столько же, какъ бѣлая бумага. Спектральный анализъ также доставляетъ доводы въ пользу огненно-жидкаго состоянія планеты. Въ мартѣ 1869 года Секки впервые наблюдалъ спектръ Урана и нашелъ, что онъ представляетъ сильное отклоненіе отъ общаго типа планетныхъ спектровъ: въ немъ бросаются въ глаза значительныя полосы поглощенія. Въ мартѣ 1870 года спектръ Урана былъ изслѣдованъ Фогелемъ. Онъ также указываетъ, что спектръ пересѣкается своеобразными линіями поглощенія. Измѣренія этого астронома показали, что средина одной темной полосы съ точностью совпадаетъ съ линіей F солнечнаго спектра. Другая очень широкая темная полоса, повидимому, соотвѣтствуетъ полосѣ поглощенія, которая вызывается нашей атмосферою и замѣчается при близости солнца къ горизонту; то же можно сказать о широкой, но слабой полосѣ, которая видна за линіею F. Полосы поглощенія въ спектрѣ Урана доказываютъ существованіе атмосферы. Фогель, думая, что въ этой атмосферѣ могутъ быть соединенія кислорода съ азотомъ, опредѣлилъ точнѣе положеніе тѣхъ полосъ поглощенія, которыя вызываются въ спектрѣ такими соединеніями. Однако совпаденія съ полосами, которыя наблюдаются въ спектрѣ Урана, не обнаружилось.



163. **Сравнительная величина Урана** при наибольшемъ и наименьшемъ разстояніи отъ земли.

Такъ какъ до сихъ поръ нѣтъ точныхъ наблюденій относительно пятенъ на дискѣ планеты, мы не знаемъ ничего опредѣленнаго о продолжительности вращенія. Во всякомъ случаѣ, планета вращается около оси довольно быстро. Объ этомъ можно судить по ея сплюснутости, которая замѣчена Гершелемъ и точнѣе опредѣлена Медлеромъ. Она равна, приблизительно, $^1/_{10}$. Отсюда нужно заключить, что продолжи-

тельность вращенія не короче $7^1/_4$ и не дольше $12^1/_2$ часовъ. Падающее тѣло на поверхности Урана проходитъ въ первую секунду $13^1/_2$ футовъ, слѣдовательно, на $^1/_{10}$ меньше, чѣмъ на поверхности земли. Вѣсъ любого тѣла на этой планетѣ также на $^1/_{10}$ меньше, чѣмъ на землѣ; если тѣло вѣситъ на землѣ фунтъ, на Уранѣ вѣсъ его $^9/_{10}$ фунта.

Уранъ окруженъ четырьмя спутниками, которые крайне малы и блѣдны. Два открыты Гершелемъ, который описалъ ихъ, какъ самыя слабыя свѣтовыя точки, какія только онъ видѣлъ на небѣ. Два внутреннихъ спутника открыты Ласселемъ съ помощью громаднаго зеркальнаго телескопа; впослѣдствіи ихъ видѣли въ 16-дюймовый Вашингтонскій рефракторъ и въ другіе очень сильные инструменты. Эти маленькія луны представляютъ замѣчательную аномалію: плоскости ихъ орбитъ почти перпендикулярны относительно плоскости орбиты Урана. По аналогіи съ лунами остальныхъ планетъ нужно заключить, что экваторъ Урана также почти перпендикуляренъ относительно орбиты этой планеты и что полюсы вращенія лежатъ почти въ плоскости орбиты. Это обстоятельство производитъ любопытнѣйшія отклоненія отъ обычныхъ



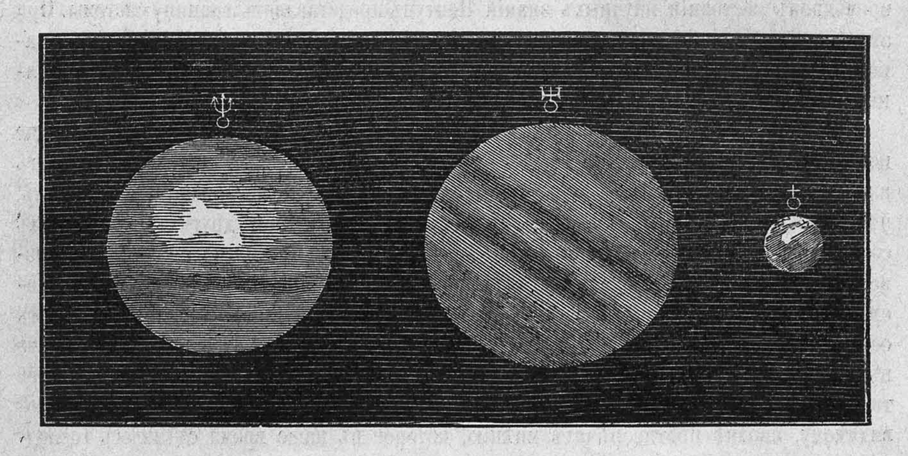
164. **Спектръ Урана**.
По Фогелю.

климатическихъ отношеній, которыя господствуютъ на планетахъ. Для климатическихъ отношеній даннаго мѣста на Уранѣ совсѣмъ не важно, на какомъ разстояніи находится оно отъ экватора; всякое мѣсто безъ изъятія представляетъ тѣ же самыя климатическія отношенія, какъ другое. Возьмемъ ли полярныя, или экваторіальныя страны, вездѣ въ теченіе года солнце дважды бываетъ въ зенитѣ. Въ началѣ весны и въ началѣ осени, когда солнце стоитъ прямо надъ экваторомъ планеты, на всѣхъ точкахъ поверхности Урана день равенъ ночи. Но какъ только солнце начинаетъ отклоняться отъ экватора, это отношеніе даже для экваторіальныхъ мѣстностей измѣняется очень быстро; разница между днями и ночами становится все больше и больше. Вотъ таблица, гдѣ указана продолжительность длиннѣйшаго дня для различныхъ уранографическихъ широтъ:

Широта.	Продолжительность дня.	
5^0	$2^1/_3$	земныхъ года.
10	$4^7/_{10}$	„ „
15	7	„ „
20	$9^1/_3$	„ „
25	$11^7/_{10}$	„ „
30	14	„ „
35	$16^1/_3$	„ „
40	$18^7/_{10}$	„ „

Широта.	Продолжительность дня.	
45	21	земныхъ года.
50	$23^{1}/_{3}$	„ „
55	$25^{7}/_{1}$	„ „
60	28	„ „
65	$30^{1}/_{3}$	„ „
70	$32^{7}/_{10}$	„ „
75	35	„ „
80	$37^{3}/_{3}$	„ „
85	$30^{7}/_{1}$	„ „
90	49	„ „

Мы уже говорили, что Урану достается мало солнечной теплоты и что поверхность его находится, по всей вѣроятности, въ огненно-жидкомъ состоянiи. Затѣмъ мы выяснили, что положенiе оси вращенiя относительно плоскости орбиты производитъ своеобразныя климатическiя отношенiя. Поэтому изъ всѣхъ планетъ Уранъ наименѣе удобенъ для обитателей, подобныхъ людямъ.



165. **Сравнительная величина Урана, Нептуна и земли.**

На разстоянiи 600 миллiоновъ миль отъ солнца движется планета **Нептунъ**. Сила солнечнаго свѣта на немъ въ 1 000 разъ меньше, чѣмъ на землѣ. Вспомните, какъ слабо освѣщается земная поверхность, когда нижнiй край солнечнаго диска только-только коснулся горизонта. Освѣщенiе Нептуна въ 10 разъ слабѣе. Если бъ поверхность этой планеты отражала свѣтъ въ той же степени, какъ земля, она казалась бы звѣздой 11 или 12 величины. Въ дѣйствительности ее относятъ ко звѣздамъ 8 величины; отражательная способность у ней гораздо больше, чѣмъ у земли. Отсюда видно, что Нептунъ въ настоящее время находится въ огненно-жидкомъ состоянiи и окруженъ облачной атмосферой. Это подтверждается также малою плотностью. Она составляетъ, приблизительно, $^{1}/_{8}$ плотности земли и, слѣдовательно,

стоитъ рядомъ съ плотностью Урана. Сплюснутости у Нептуна до сихъ поръ не замѣчено. Вѣроятно, онъ вращается около оси медленнѣе, чѣмъ Юпитеръ, Сатурнъ и Уранъ. Спектръ Нептуна, особенно въ красной части, содержитъ крайне значительныя полосы поглощенія; онѣ совпадаютъ съ полосами въ спектрѣ Урана. Слѣдовательно, красные солнечные лучи подвергаются на этой планетѣ сильному поглощенію. Необходимо предположить, что она обладаетъ мощною туманною или облачною оболочкою. Секки полагалъ даже, будто, пользуясь своимъ большимъ телескопомъ, онъ могъ ясно разсмотрѣть облачную границу Нептуна: въ самомъ дѣлѣ, края этой планеты представлялись расплывчатыми, между тѣмъ какъ дискъ Марса обрисованъ очень рѣзко. Но другіе наблюдатели, имѣвшіе въ своемъ распоряженіи такіе же хорошіе инструменты, не видали ничего подобнаго.

Нептунъ обладаетъ луною, которая обращается вокругъ него въ 5 дней 21 часъ 4 минуты. Объ ней мы знаемъ только то, что она гораздо свѣтлѣе и, навѣрное, больше, чѣмъ луны Урана; движеніе ея обратное.

Мы пронеслись въ воображеніи по всей планетной системѣ, такъ какъ при современномъ состояніи научныхъ знаній Нептунъ представляетъ границу системы. При этихъ странствованіяхъ мы встрѣчали разнообразнѣйшія условія. Но всѣ они—такого рода, что представляются мало похожими или совсѣмъ не похожими на состоянія нашей земли.

Возьмемъ любой изъ планетныхъ міровъ. Вездѣ господствуютъ состоянія, не позволяющія населить данное міровое тѣло обитателями, тѣла которыхъ состоятъ изъ химическихъ элементовъ, какъ организмы земли. Конечно, можно предположить, что жизнь способна проявляться въ другихъ формахъ и при другихъ химическихъ соединеніяхъ. Но такое предположеніе будетъ совершенно гипотетичнымъ и произвольнымъ. Если допустить его, мы оставляемъ почву точныхъ фактовъ, мы отклоняемся въ область, которой избѣгаетъ серьезный изслѣдователь. Если же мы будемъ оставаться на строго-научной точкѣ зрѣнія, мы должны придти къ выводу, что въ предѣлахъ планетной системы живыя существа съ высшей организаціей обитаютъ только на землѣ. Затѣмъ остается открытымъ вопросъ о Марсѣ. Этотъ выводъ, повидимому, вполнѣ противорѣчитъ мнѣнію, которое въ наше время сдѣлалось господствующимъ. Отъ этого онъ не дѣлается менѣе точнымъ. Сравнительно съ другими планетами, земля, дѣйствительно, представляетъ нѣкоторыя особенности, которыя для нашего существованія имѣютъ громадное значеніе. Правда, старое геоцентрическое міровоззрѣніе, котораго когда-то держалось человѣчество, благодаря успѣхамъ науки, разбито навсегда. Было бы глупо вѣрить, что весь міръ созданъ ради земли. Также ошибочно мнѣніе, будто все существуетъ ради человѣка, т. е. ради того мыслящаго существа, которое въ настоящее время живетъ на землѣ; въ сущности, это мнѣніе совпадаетъ съ первымъ. Зато мы обладаемъ теперь астрофизическими данными, изъ которыхъ слѣдуетъ, что живыя существа высшей организаціи не могутъ обитать ни на одной изъ знакомыхъ намъ планетъ, кромѣ земли и, быть можетъ, Марса. Конечно, есть доводы, которые говорятъ за обитаемость другихъ міровыхъ тѣлъ: но этихъ міровыхъ тѣлъ нужно искать внѣ предѣловъ нашей планетной системы...

Великій американскій астрономъ Симонъ Ньюкомбъ справедливо пишетъ слѣдующее: „Въ общемъ, вѣроятность рѣшительно говоритъ противъ предположенія, будто значительная часть небесныхъ тѣлъ приспособлена для пребыванія такихъ организмовъ, какъ земные; а число такихъ тѣлъ, на которыхъ возможно существованіе цивилизованныхъ существъ, представляетъ, въ концѣ-концовъ, крайне ничтожную долю цѣлаго.

„Этотъ выводъ основанъ на предположеніи, что на другихъ мировыхъ тѣлахъ жизнь возможна только при тѣхъ условіяхъ, какъ на землѣ. Конечно, можно оспаривать это предположеніе. Можно указать, что мы, повидимому, не имѣемъ права ставить границы способности природы приспособлять жизнь къ даннымъ условіямъ. На землѣ мы видимъ громадное разнобразіе жизненныхъ условій, видимъ, что нѣкоторыя животныя могутъ существовать тамъ, гдѣ другія мгновенно погибаютъ. Этотъ фактъ, повидимому, ниспровергаетъ всѣ наши выводы относительно невозможности существованія земныхъ организмовъ на другихъ планетахъ. Единственный способъ отвѣтить на такое возраженіе научно—это изслѣдовать, нѣтъ ли на землѣ условій, ограничивающихъ разнообразіе жизненныхъ проявленій. Даже поверхностное изслѣдованіе показываетъ, что хотя трудно дать точное опредѣленіе понятію „жизни“, тѣмъ не менѣе высшія формы животной жизни не могутъ развиваться одинаково успѣшно при всевозможныхъ условіяхъ: чѣмъ выше форма, тѣмъ тѣснѣе эти условія. Мы знаемъ, что ни одно существо, проявляющее признаки сознанія, не можетъ развиваться иначе, какъ при совокупномъ вліяніи воды и воздуха и при извѣстныхъ температурахъ, заключенныхъ въ очень узкія границы; что въ морѣ развиваются только такія жизненныя формы, которыя въ духовномъ отношеніи стоятъ очень низко; что и на землѣ способность къ приспособленію не заходитъ такъ далеко, чтобы обитатели полярныхъ странъ могли достигнуть высокой степени тѣлеснаго и духовнаго развитія; что теплота жаркаго пояса также полагаетъ извѣстный предѣлъ развитію рода человѣческаго. Отсюда можемъ вывести такое заключеніе: допустимъ, что на поверхности земного шара произошли большія перемѣны, что вся земля охладилась до температуры полюсовъ, или нагрѣлась до тропическаго жара, или постепенно исчезла подъ волнами, или лишилась воздушной оболочки; въ такомъ случаѣ всѣ высшія формы животной жизни, существовавшія на землѣ въ данный моментъ, не приспособились бы къ новому положенію вещей; не произошло бы и новыхъ организмовъ, стоящихъ на столь же высокой степени развитія. Нѣтъ ни малѣйшаго основанія предполагать, что въ водѣ могутъ развиться существа болѣе разумныя, чѣмъ рыбы, также, что въ странахъ съ полярнымъ холодомъ могутъ существовать люди болѣе высокаго духовнаго развитія, чѣмъ эскимосы. Попробуемъ примѣнить



166. **Симонъ Ньюкомбъ**.

эти соображенія къ занимающему насъ вопросу. Мы придемъ къ заключенію, что, въ виду громаднаго разнообразія условій, которое, вѣроятно, господствуетъ въ мірѣ, только въ немногихъ благопріятныхъ мѣстахъ мы встрѣтили бы значительное и интересное развитіе жизни.

„Къ тому же результату приводитъ другое соображеніе, стоящее въ связи съ предыдущимъ. Увлекающіеся писатели иногда не только населяютъ планеты жителями, но вычисляютъ даже возможную численность населенія, сообразно съ числомъ квадратныхъ миль поверхности, и щедро надѣляютъ ихъ астрономами, которые изслѣдуютъ нашу землю въ сильные телескопы. Было бы смѣло отрицать возможность этого. Но, по крайней мѣрѣ, относительно планетъ солнечной системы это въ высшей степени невѣроятно. Чтобы убѣдиться въ этомъ, достаточно вспомнить, какъ недавно развилась цивилизація, сравнительно съ продолжительностью существованія земли, какъ планеты. Вѣроятно, ужъ милліоны лѣтъ земля движется по своей орбитѣ. Люди же населяютъ ее, нужно полагать, немногимъ дольше 10 000 лѣтъ; цивилизація не существуетъ на ней и 5 000 лѣтъ; телескопы извѣстны, приблизительно, 200 лѣтъ. Если бы воображаемое существо посѣщало землю черезъ каждыя десять тысячъ лѣтъ, надѣясь найти на ней мыслящія существа, его ожиданія были бы обмануты тысячи разъ. Руководясь аналогіей, мы должны предположить, что такія же разочарованія ожидали бы того, кто въ настоящее время предпринялъ-бы подобное путешествіе отъ планеты къ планетѣ и отъ системы къ системѣ.

„Судя по этому, вѣроятно, лишь очень небольшая часть планетъ населена разумными существами. Конечно, нужно принять во вниманіе, что число планетъ равно, быть можетъ, сотнямъ милліоновъ. Поэтому, „небольшая часть“ можетъ въ дѣйствительности означать крайне большое число. На многихъ изъ этихъ планетъ могутъ обитать существа которыя въ духовномъ отношеніи гораздо выше насъ. Здѣсь мы можемъ дать полную волю своему воображенію. Не забудемъ только, что наука не доставляетъ никакихъ доказательствъ ни за, ни противъ вѣрности воображаемыхъ картинъ“...



Подписка принимается: С.-Петербургъ, Невскій просп., № 54. Контора изданій О. Н. Поповой.

ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА НА НОВОЕ ИЗДАНІЕ

О. Н. ПОПОВОЙ.

Подъ редакц.. **Г. А. Фальборка** и **В. И. Чарнолускаго**,

НАРОДНОЕ ОБРАЗОВАНІЕ ВЪ ЦИВИЛИЗОВАННЫХЪ СТРАНАХЪ.

Э. ЛЕВАССЕРА,

вице-президента международнаго статистическаго института, профессора Collège de France.

Въ составленіи книги принимали участіе: проф. **Георгъ Майръ**, **Бленкъ**, **Бодіо** и многіе другіе выдающіеся статистики и государственные дѣятели. Она является плодомъ болѣе чѣмъ десятилѣтней работы автора, выполненной при помощи международнаго статистическаго института. Въ ней сдѣлана попытка объединить и свести въ одну картину статистическія данныя о развитіи и современномъ положеніи народнаго образованія въ цивилизованныхъ государствахъ міра.

Содержаніе. Книга раздѣляется на 2 части. **Первая часть** заключаетъ въ себѣ описаніе положенія народнаго образованія въ отдѣльныхъ странахъ. Каждой странѣ посвящена отдѣльная глава, распадающаяся на слѣдующіе отдѣлы: историческій очеркъ, юридическое положеніе и административная организація, финансовыя средства, организація статистики, изданія, статистическія таблицы.

Вторая часть посвящена общему сравнительному очерку положенія народнаго образованія. Сюда входятъ: прогрессъ образованія въ XIX в., типы администраціи общественныхъ и частныхъ школъ, отношеніе школы къ государству, религіи, политикѣ; школьные финансы, школьныя зданія, учебныя программы; положеніе учителей и т. д.

Къ книгѣ будутъ приложены статьи:

1) **„НАРОДНОЕ ОБРАЗОВАНІЕ ВЪ ШВЕЙЦАРІИ“** Г. А. Фальборка и В. И. Чарнолускаго. Съ діаграммами, иллюстраціями и портретами.
2) **„НАРОДНОЕ ОБРАЗОВАНІЕ ВЪ ФИНЛЯНДІИ“**. В. Ю. Скалона.
3) **„НАРОДНОЕ ОБРАЗОВАНІЕ ВЪ РОССІИ“**. Очеркъ редакторовъ.

Все изданіе заключаетъ въ себѣ около **45 ПЕЧАТНЫХЪ ЛИСТОВЪ** и выйдетъ двумя выпусками.

Цѣна за ОБА ВЫПУСКА: по подпискѣ 2 р. **50** к. безъ пересыл. и **3** р. **25** к. съ пересылкой.

Первый выпускъ выйдетъ

въ маѣ 1898 года.

Подписка принимается до выхода второго выпуска.

По выходѣ второго выпуска, **цѣна будетъ повышена до 5 рублей.**

ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА НА НОВОЕ ИЗДАНІЕ

Подъ редакц. **Г. А. Фальборка и В. И. Чарнолускаго.**

М. ГЮЙО.

Исторія и критика современныхъ англійскихъ ученій о нравственности.

Переводъ Н. Южина.

ОКОЛО 25 ЛИСТОВЪ

Цѣна по подпискѣ 1 руб. без пересылки и **1 руб. 30 коп.** съ пересылкой.

Цѣна въ отдѣльной продажѣ 2 рубля.

Этой книгой начинается изданіе **„СОБРАНІЯ СОЧИНЕНІЙ“** *М. Гюйо*. Въ него войдутъ: „Воспоминаніе и наслѣдственность“, „Искусство съ точки зрѣнія соціологіи“, „Задачи современной эстетики“ и др. Будетъ приложенъ портретъ автора.

Гюйо стремился перестроить философію, этику и эстетику, примѣняя къ нимъ соціологическую точку зрѣнія; дѣлая эту попытку, онъ находился на гребнѣ самой передовой волны новѣйшей научной мысли. (Д. Сюлли).

Подъ редакціей Г. А. Фальборка и В. И. Чарнолускаго готовятся къ печати слѣдующія книги:

1) **НАСТОЛЬНАЯ КНИГА ПО НАРОДНОМУ ОБРАЗОВАНІЮ.** Составлена Г. Фальборкомъ и В. Чарнолускимъ.

Содержаніе: дѣйствующіе законы, постановленія и распоряженія, касающіяся народныхъ школъ всѣхъ разрядовъ, библіотекъ, народныхъ и публичныхъ чтеній, обществъ по народному образованію и т. д.; разъясненія правит. сената; постановленія мѣстныхъ учрежденій. Цѣль книги—дать дѣятелямъ на поприщѣ народнаго образованія необходимыя и по возможности полныя справки, указанія, разъясненія и пр. по вопросамъ, относящимся къ обширной области школьнаго и внѣшкольнаго образованія народа.

2) **Э. ЭНГЕЛЬ — СОБРАНІЕ СОЧИНЕНІЙ** съ его портретомъ и біографіей. („Бюджеты рабочихъ въ Бельгіи“, „Цѣнность человѣка“ и другія).

3) **МАКСЪ ЛЕКЛЕРКЪ. ВОСПИТАНІЕ и ОБЩЕСТВО ВЪ АНГЛІИ.**

4) **ГЕОРГЪ МАЙРЪ. СТАТИСТИКА и ОБЩЕСТВОВѢДѢНІЕ.**

Подписка принимается: С.-Петербургъ, Невскій просп., № 54. Контора изданій О. Н. Поповой.

НОВОЕ ИЗДАНІЕ **О. Н. ПОПОВОЙ.**

Печатается и вскорѣ выйдетъ книга

„ФИНЛЯНДІЯ“.

Подъ редакціей **Д. Протопопова.**

При участіи **И. Андреева** (псевд.), **В. Валлина**, **Г. В.**, **А. Гранфельта**, **О. Грундстрема**, **Я. Клерикуса** (псевд.), **К. Лейно**, **Neuter** (псевд.), **Д. Протопопова**, **В. Скалона**, **І. Тикканена**, г-жи **М. Фрибергъ** и **Э. Эркко.**

СОДЕРЖАНІЕ: Географическій очеркъ.—Политическое положеніе Финляндіи и „Финляндскій вопросъ.“—Законодательство, управленіе и судъ.—Церковное устройство и религіозныя движенія.—Финансы.—Промышленность и торговля.—Сельское хозяйство.—Сельское населеніе.—Рабочіе.—Среднее образованіе.—Національное движеніе и партіи.—Общественная жизнь.—Періодическая печать.—Низшее образованіе.—Университетъ и студенческая жизнь.—Наука.—Литература.—Искусство.—Борьба съ пьянствомъ.—Призрѣніе бѣдныхъ.

51 ИЛЮСТРАЦІЯ (виды Финляндіи, группы жителей, портреты выдающихся дѣятелей и писателей, картины финскихъ художниковъ и т. п.).

СПБ. 1898 г. Цѣна 3 руб. 50 коп.

Цѣль книги — познакомить русскаго читателя съ этой **СВОЕОБРАЗНОЙ СТРАНОЙ** о ней еще мало знаютъ въ Россіи отчасти потому, что по русски не существуетъ общедоступнаго описанія Финляндіи. Между тѣмъ, эта страна представляетъ значительный интересъ уже въ силу ея **быстраго промышленнаго развитія и роста націоналистическаго движенія**, въ фору котораго здѣсь должно было облечься пробужденіе общественнаго самосознанія. Книга можетъ оказаться полезной и для тѣхъ русскихъ, которые теперь все болѣе начинаютъ **лѣтомъ посѣщать** Финляндію; эти лица часто жалуются на отсутствіе работы, которая давала-бы представленіе о странѣ.

К. ГУГО.

НОВѢЙШІЯ ТЕЧЕНІЯ въ АНГЛІЙСКОМЪ ГОРОДСКОМЪ САМОУПРАВЛЕНІИ.

Переводъ съ нѣмецкаго подъ редакціей **Д. Протопопова.**

Содержаніе: Глава I. Введеніе.—II. Исторія англійскихъ муниципалитетовъ.—III. Исторія самоуправленія Лондона.—IV. Совѣтъ лондонскаго графства.—V. Задачи городовъ въ области общественной гигіены.—VI Пожарное и страховое дѣло.—VII. Рынки.—VIII. Снабженіе газомъ.—IX. Электрическое освѣщеніе.—X. Снабженіе гидравлической силой.—XI. Городскіе трамваи.—XII. Телефоны.—XIII. Народныя библіотеки.—XIV. Музеи, галлереи и художественныя школы.—XV. Техническія школы.—XVI. Отношеніе къ рабочему вопросу.—XVII. Реформа городского обложенія.—XVIII. Заключеніе.

СПБ. 1898 г. Цѣна 1 руб. 50 коп. 379 стр. 8°.

Продается въ конторѣ изданій и во всѣхъ большихъ магазинахъ.

Для правильной характеристики современнаго состоянія самоуправленія городовъ и для объясненія его развитія требуется, конечно, указаніе и анализъ тѣхъ общихъ причинъ, которыя приводили къ измѣненію характера городского самоуправленія и которыя создали его современное состояніе. К. Гуго прекрасно справился съ этой задачей, при каждомъ случаѣ характеризуя тѣ общія экономическія причины, которыя вели къ тому или иному измѣненію въ городскомъ самоуправленіи. На исторіи городского самоуправленія авторъ наглядно показалъ, какимъ образомъ противорѣчія капиталистическаго строя, даже при полномъ господствѣ капиталистическихъ отношеній, приводятъ въ концѣ концовъ къ необходимости обобществленія наиболѣе крупнаго производства, конечно, на капиталистическихъ началахъ, такъ какъ это обобществленіе совершается той-же буржуазіей и лишь тогда, когда интересы небольшой группы крупныхъ предпринимателей сталкиваются съ интересами несравненно бо́льшей группы буржуазіи.

Книга читается очень легко и можно лишь пожелать, чтобы она нашла наиболѣе широкій кругъ читателей.

(Отзывъ „Трудовъ Императорскаго Вольнаго Экономическаго Общества“).

№ 6 и 7. **А. Лампа. Силы природы и естественные законы.** Популярное изложеніе физическихъ законовъ въ связи съ жизнью вселенной. Особенное вниманіе авторъ посвящаетъ электричеству. Всѣ отдѣлы физики: механика, теплота, свѣтъ, электричество (электрическая теорія свѣта). Часть I. (№ 6). 200 стр. съ портретами: Ньютона, Галилея, Кавендиша, Фарадея. Гельмгольца, Лапласа и Канта. Цѣна въ отд. прод. 50 к. Часть II (№ 7). 230 стр. съ портретами Тиндаля, Джоуля. Бунзена, Максвелля, Кельвина, Сименса, Герца и Рентгена. Ц. въ отд. прод. 50 к.

Учен. Ком. М. Нар. Пр. признана заслуживающей **особой рекомендаціи** для фундамент. и ученич., старш. возраста, библіотекъ мужскихъ гимназій и реальн. училищъ, для фундамент. библіотекъ женскихъ гимназій и учительскихъ институтовъ и семинарій, а также для безплатн. народн. библ. и читаленъ.

№ 8 и (*) 9. **Сѣченовъ. И.—Физіологическіе очерки.** *Часть I.* Естественная групировка жизненныхъ процессовъ.—Кровь.—Движеніе крови.—Устройство лимфатической системы.—Пищевареніе.—Дыханіе.—Пластическіе процессы въ тѣлѣ.—Животныя теплота. Съ 15 рис. Ц. 60 к. *Часть II.* Физіологія двигательныхъ снарядовъ.—Ходьба.—Рѣчь.—Физіологія нервной системы. Свойство нервовъ Защитительный снарядъ кожи. Нервные механизмы дыхательныхъ движеній.—Инервація актовъ ходьбы.—Функція полушарій.—Органы чувствъ.—Органы зрѣнія.—Осязаніе какъ чувство соотвѣтствующее зрѣнію.—Органы слуха.—Заключеніе. Съ 101 рис. Ц. 90 к.

№ 10. **Кроненбергъ. Философія Канта и ея значеніе въ исторіи развитія мысли.** Сочиненіе Кроненберга состоитъ изъ 2 частей: въ 1-й вкратцѣ излагается жизнь Канта, часть вторая представляетъ необыкновенно ясное и понятное изложеніе философскаго ученія Канта и разсмотрѣніе вліянія его на послѣдующее развитіе философской мысли 120 стр. съ портретомъ Канта. Ц. въ отд. прод. 40 к.

Цѣна всей 1-ой серіи 4 р. съ перес. 5 р.

При розничной продажѣ учащимся 20% уступки.

Новое изданіе сочиненій

ЧАРЛЬЗА ДАРВИНА.

Въ это изданіе кромѣ двухъ томовъ, вышедшихъ въ 1896 году, войдутъ еще два дополнительныхъ тома.

Составъ новаго изданія.

Томъ I. **Автобіографія Ч. Дарвина.** Перев. проф. **К. Тимирязева.**—**Путешествіе вокругъ свѣта на кораблѣ Бигль.** Переводъ подъ редакціей профессора **А. Бекетова.**—**Теорія происхожденія видовъ путемъ естественнаго отбора.** Переводъ профессора. **К. Тимирязева.**

Томъ II. **Происхожденіе человѣка и половой отборъ.** Переводъ профессора **И. Сѣченова**—**О выраженіи ощущеній у человѣка и животныхъ.** Переводъ подъ редакціей академика. **А. О. Ковалевскаго.**

Томъ III. **Прирученныя животныя и воздѣланныя растенія.** Переводъ **В. Ковалевскаго,** для новаго изданія переработанный профессоромъ **М. А. Мензбиромъ** и профессоромъ **К. А. Тимирязевымъ.**

Томъ IV. **Приспособленія орхидныхъ къ оплодотворенію насѣкомыми. Лазящія растенія.—Насѣкомоядныя растенія.**—Переводъ подъ редакціей проф. **К. А. Тимирязева.**—**Участіе дождевыхъ червей въ образованіи растительнаго слоя почвы.**

(*) Книги, вышедшія изъ печати за время отъ 15-го Сентября 1897 г. до 1 Мая 1898 г. Отмѣчены знакомъ

Ли, Іонасъ. Ніобея. Ром. Пер. О. Поповой. Спб. Цѣна 60 к.

Маминъ-Сибирякъ, Д. Три конца. Уральская лѣтопись. Спб. 1895 г. Цѣна 2 р.

Михайловскій, Н. К. Критическіе опыты. III. Іоаннъ Грозный въ русской литературѣ.—Герой безвременья. Спб. 1895 г. Цѣна 1 р.

Фритіофъ Нансенъ. Во мракѣ ночи и во льдахъ. Путешествіе норвежской экспедиціи на кораблѣ „Фрамъ" къ сѣверному полюсу. Полный переводъ, подъ ред. Н. Березина. Въ 2-хъ томахъ. Съ 183 рисунками и 4 картами. Спб. 1897—1898. Ц. 4 рубля, съ пересылкой 5 р. Учен. Ком. М. Нар. Пр. **рекомендовано** для фундамент. ученич. и старш. возраста библ. мужск. средн. учебн заведеній. для библ. учит. институтовъ и семинарій и для безпл. народн. библ. и читаленъ.

Наумовъ, Н. И. Собраніе сочиненій. 2 т. Спб. 1897 г. Ц. 3 р.

Немировичъ-Данченко, Вас. И. Волчья сыть, ром. въ 3-хъ ч. Спб. 1897 г. Цѣна 1 р. 50 к.

Нитти, Ф. С. Народонаселеніе и общественный строй. Перев. съ франц. О. Н. Поповой подъ ред. Д. Коропчевскаго. Спб. 98 г. Ц. 1 р. 25 к.

Острогорскій, Викторъ. Изъ исторіи моего учительства. Какъ я сдѣлался учителемъ (1851—1864 г.). Спб. 1895 г. Цѣна 1 р. 25 к.

Пругавинъ А. С. Законы и справочныя свѣдѣнія по начальному народному образованію. Общія положенія.— Начальн. народн. училища.—Дополнит. постановленія и распоряженія относительно Училищныхъ Совѣтовъ.—Участіе въ дѣлѣ народн. образов. земствъ, городовъ и сельскихъ обществъ.—Инструкція для двухклас. и одноклас. сельскихъ училищъ М. Нар. Просв.—Инструкція директорамъ и инспекторамъ народн. училищъ.—Народныя училища въ Западномъ краѣ, на Кавказѣ, въ Остзейскихъ губерніяхъ и Царствѣ Польскомъ.—Уѣздныя и городскія училища.—Городск. начальн. училища въ С.-Петербургѣ.—Положеніе о начальн. городскихъ училищахъ въ Москвѣ.—Воскресныя школы.—Частныя учебныя заведенія и домашнее обученіе.—Фабричныя школы.—Каталогъ книгъ для употребленія въ низшихъ училищахъ М. Нар. Просв. и для публичныхъ народныхъ чтеній.—Церковно-приход. школы и школы грамоты.—Учительскіе институты, семинаріи и школы.—Педагогическіе курсы для учителей и учительницъ народныхъ училищъ.—Статистическія свѣдѣнія о начальн. народн. образов. въ Россіи.—Городск. и общественн. публичныя библіотеки.—Безплатн. народн. читальни.—Публичныя чтенія для народа.—Изданіе книгъ, журналовъ и газетъ.—Типографіи и литографіи.—Книжная торговля.—Общества, содѣйствующія начальн. народн. образованію.—Общества трезвости.—Попечительства о народной трезвости.—Театръ и литературно-музыкальные вечера для народа.—Дополненіе. Программы начальн. народн. училищъ М. Нар. Просв. Спб. 98. Ц. 3 р. 50 к.

Элизе Реклю. Земля и люди. (Всеобщая географія). Изданіе это представляетъ собою переводъ извѣстнаго сочиненія—Ceograpçie Yniverselle—Реклю **въ той его части, которая заключаетъ въ себѣ полное описаніе всѣхъ еврпейскихъ государствъ** (Германія, Франція, Великобританія, Италія, Швейцарія, Австро-Венгрія, Испанія, Португалія, Бельгія, Голландія, Швеція, Нервегія, Данія и государства Балканскаго полустрова и Соединенные Штаты Сѣверной Америки) ихъ географіи, населенія, происхожденія его и быта, государственнаго устройства и общественной жизни.

Каждый выпускъ будетъ снабженъ дополнительнымъ подробнымъ описаніемъ государственнаго устройства, библіограф. указателемъ лучшихъ книгъ и журнальныхъ статей, имѣющихся на русскомъ языкѣ по вопросамъ географіи, этнографіи, статистики, исторіи, полит. устройства, хозяйственной и общественной жизни и изящной литературы каждой страны, а также всѣми необходимыми примѣчаніями и добавленіями. (Статистическія цыфры населенія, торговли и проч. будутъ доведены до послѣдняго времени).

Вышли изъ печати: Вып. **I. Швеція и Норвегія**, перев. съ франц. **П. Краснова**, 76 рисунковъ, съ прилож. очерка государ. устройства и библіографич. указат Спб. 1896 г. Ц. 1 р.

В. II. **Бельгія и Голландія**, перев. съ франц. **П. Краснова**, 67 рисунковъ и 9 чертежей. Съ приложен. очерка государ. устройства обоихъ государствъ и статистическихъ свѣдѣній, составл. **Д. Протопоповымъ**, и библіографич. указателемъ. Спб. 1897 г. Ц. 1 руб.

В. III. **Соединенные Штаты.** Часть первая. Перев. съ франц. подъ ред. Н. Березина. 70 рисунковъ и 12 схематическихъ картъ въ текстѣ. Спб. 1898 г. Ц. 1 р. 50 к.

Желающіе пріобрѣсти изданіе полностью могутъ заявить въ контору и имъ каждый выпускъ по выходѣ будетъ отсылаться наложеннымъ платежемъ за каждый наложенный платежъ почта взимаетъ 10 коп. коммиссіонныхъ).

Реклю, Э. **Земля.**—Описаніе жизни земного шара. Перев. безъ пропусковъ съ посл. франц. изд. Вып. I. (2-ое изданіе). Земля, какъ планета.—Горы и равнины. Ц. 90 к.—Вып. II. Круговоротъ воды на земномъ шарѣ. Ц. 1 р. 30 к. (Печатается 2-ое изданіе). Вып. Ш. Подземныя силы (Вулканы, землетрясенія поднятія и опусканія почвы). Цѣна 1 р. 10 к.—Вып. IV. Океанъ. Ц. р. 10 к.—Вып. V. Атмосфера. Ц. 1 р—Вып. VI. Жизнь на земномъ шарѣ. Ц. 1 р. 30 к. Каждый выпускъ снабженъ многочисленными рис. и географ. картами.

Рубакинъ, Н. Н. **Этюды о русской читающей публикѣ.** Спб. 1895 г. Цѣна 1 р. 50 к. (Распродано)

Скворцовъ, А., проф. **Основанія политической экономіи**. Спб. 1898 г., Ц. 2 р. 50 к.

Спенсеръ, Гербертъ. **Происхожденіе науки.**(The genesis ot Sciuce. Essays Yol 2). Перев. съ англ. Спб. 1898 г. Ц. 30 к.

Станюковичъ, К. М. **Морскіе силуэты.** Спб. 1896 г. Цѣна 1 р.

Станюковичъ, К. М. **Откровенные** Ром. въ 2-хъ ч. Спб. 1895 г. Ц. 1 р. 50 к.

Сѣрошевскій, В. **Въ сѣтяхъ.** Повѣсть. Съ 19 иллюстр. С. М. Дудина и Н. И. Ткаченка. Спб. 98 г. Ц. 80 к.

Тэйлоръ, Эдуардъ Б. **Первобытная культура.** Изслѣдованія развитія. миѳологіи, философіи, религіи, языка, искусства и обычаевъ. 2-е изд., испр. и доп. по 3-му англ. изд. (1891), подъ ред. Д. А, Коропчевскаго въ 2-хъ т. Спб. 1896—1897 г. Ц. 4 р.

Циглеръ Т., проф. Страсбургскаго университета, **Нѣмецкій студентъ конца XIX вѣка.** Перевъ съ нѣмецкаго подъ редакціей и съ предисловіемъ проф. Н. И. Карѣева. Спб. 1898 г. Ц. 50 к.

Шашковъ С. С. **Собраніе сочиненій.** Въ 2-хъ томахъ. (Стр, 894—1066) **Содержаніе:** Т. I. Историческія судьбы женщины, дѣтоубійство и проституція. Исторія русской женщины. Т. П. Историческіе очерки.—Старая и новая Испанія. Судьбы Ирландіи. Эдмундъ Боркъ. Газетная пресса въ Англіи. Историческіе этюды:—Русскія реакціи. Поучительная исторія о нѣмцахъ. Рабство въ Сибири. Сибирскіе инородцы въ XIX столѣтіи. Россійско-Американская компанія. Иркутскій погромъ въ 1758—1760 г. Спб. 1898 г. Ц. за оба тома 4 р.

Шелгуновъ, Н. **Собраніе сочиненій.** Изд. 2-е, дополн., въ 2-хъ т. Ц. 3 р.

Шелгуновъ, Н. **Очерки русской жизни.** Сп. 1896 г. Цѣна 2 р.

Эсменъ, А. (Esmein A). **Общія основанія конституціоннаго права.** Перев. съ франц. подъ ред. В. Дерюжинскаго. Спб. 1898. Ц. 1 р. 75 к.

Культурно-историческая библіотека.

Бэрдъ, Ч. **Исторія реформаціи XVI вѣка въ ея отношеніи къ новому мышленію и знанію.** Переводъ. Е. А. Звягинцева, подъ ред. съ предисл. проф. Карѣева. Спб. 1897 г. Ц. 1 р. 25 к.

Буасье, Г. **Картины древне-римской жизни.** Очерки общественнаго настроенія временъ цезарей. Пер. Е. Дегенъ. Спб. 1896 г. Ц. 1 р. 25 к.

Гардинеръ, С, Р. **Пуританe и Стюарты.** 1603—1660 гг. **Эйри, О.** **Реставрація Стюартовъ и Людовикъ XIV** отъ Вестфальскаго до Нимвегэнскаго мира. Перев. съ англійскаго А. Каменскаго. Спб. 1896 г. Ц. 1 р. 75 к.

Геттнеръ, Г. **Исторія всеобщей литературы XVIII в.** (Т. I). Англійская литература (1660—1770). (Т. II). Французская литература. Перев. и біогр. статья А. Н. Пыпина. Изд. 2-е, испр. и доп. Спб. 1897—98 г. Ц. 3 р. 50 к. за оба тома.

Гиббинсъ, Г. **Промышленная исторія Англіи.** Пер. А. В. Каменскаго. Изд. 2-ое. Спб. 1898 г. Цѣна 80 к.

Гольцевъ, В. **Законодательство и нравы въ Россіи XVIII вѣка.** Спб. 1896 г. Цѣна 1 р. 25 к.

Ингрэмъ, Д. **Исторія рабства отъ древнѣйшихъ до новыкъ временъ.** Пер. З. Журавской Спб. 1896 г. Цѣна 1 р. 25 к.

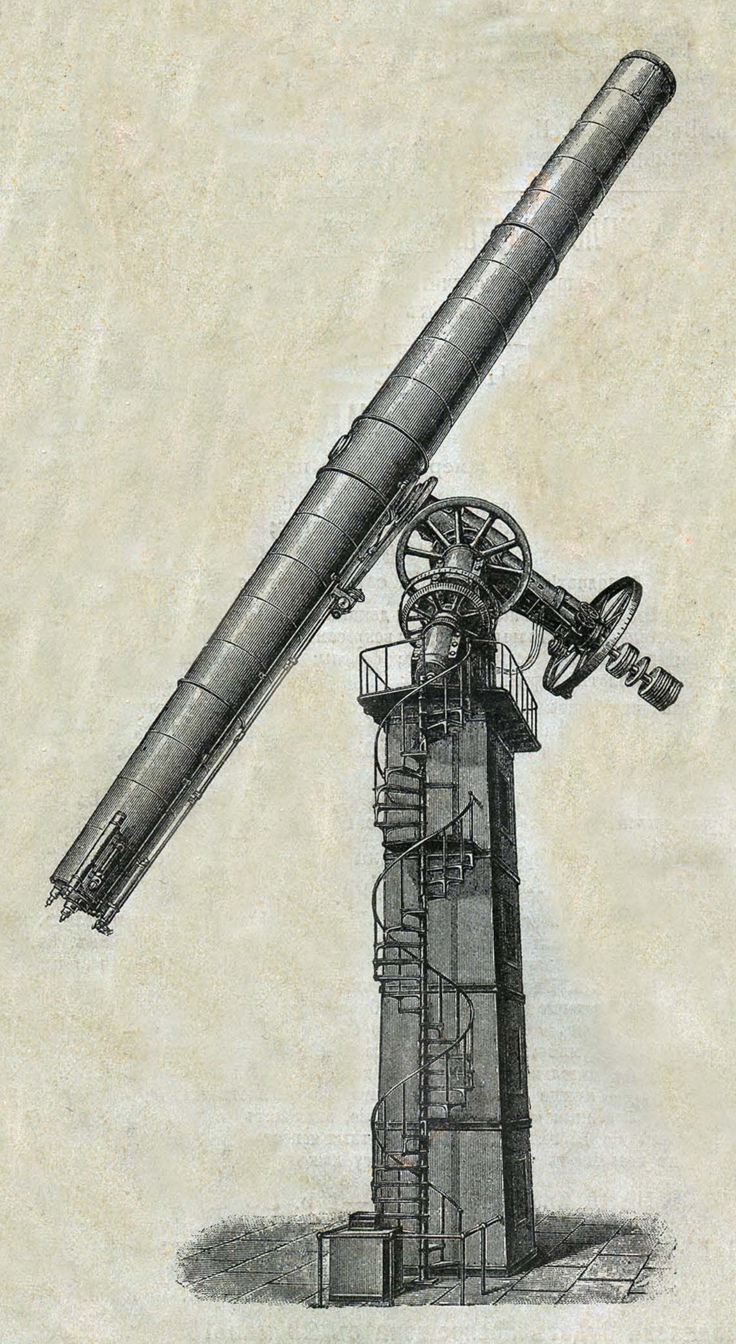
Киддъ, Б. **Соціальная эволюція.** Перев. съ англ. съ предисловіями Н. К. Михайловскаго и проф. Вейсмана. Спб. 1897 г. Ц. 1 р. 25 к.

Корелинъ, М. **Паденіе античнаго міросозерцанія.** Лекціи, чит. въ Моск. Политехн. музеѣ. Спб. 1895 г. Цѣна 75 к.

Мармери, Д. . **Прогрессъ науки, его происхожденіе, развитіе, причины и результаты.** Пер. съ англ., съ приложеніемъ библіогр. указат. русскихъ переводовъ классическихъ научныхъ трудовъ, а также и другихъ книгъ и статей по различнымъ отраслямъ знанія. Спб. 1896 г. Ц. 1 р. 75 к.

Доз. цензурою. Спб., 4 мая 1898 г. Тип. Евдокимова, Троицкая, 18.

Дозволено цензурою. С.-Петербургъ, 4 мая 1898 г.



Рефракторъ Іеркеса, величайшій въ мірѣ.

Поперечникъ объектива—40 дюймовъ.

Цѣна книги — 1 р. 50 к.